

CONAMA 2020

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

iNaturalist ARGA

Acercándonos a la biodiversidad de los ríos urbanos para aprender a cuidarlos



TÍTULO



Autor Principal: Esther M González (Universidad Pública de Navarra)

Otros autores: Javier Peralta (Universidad Pública de Navarra); Mar García (Mancomunidad de la Comarca de Pamplona); José Alzueta (Mancomunidad de la Comarca de Pamplona); Manuel Fernández (Universidad Pública de Navarra); Asier Marzo (Universidad Pública de Navarra); Andrea Aliende (Universidad Pública de Navarra); Jon Miguel (Universidad Pública de Navarra); Arantza Alvira (Universidad Pública de Navarra).

1. INATURALIST ARGA: ACERCÁNDONOS A LA BIODIVERSIDAD DE LOS RÍOS URBANOS PARA APRENDER A CUIDARLOS

2. PALABRAS CLAVE: BIODIVERSIDAD, RÍOS, INATURALIST, EDUCACIÓN SECUNDARIA, CIENCIA CIUDADANA, TIC.

3. RESUMEN

La biodiversidad es un concepto que forma parte del currículo de la educación secundaria. Las herramientas TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) colaborativas abiertas disponibles ofrecen nuevas posibilidades para el ampliar el conocimiento sobre biodiversidad de los estudiantes de secundaria y futuros ciudadanos. Este estudio utiliza la plataforma de ciencia ciudadana *iNaturalist* como herramienta de utilidad en el currículo sobre biodiversidad incluido en la educación secundaria obligatoria.

En este contexto, se ha creado un proyecto en esta plataforma centrado en el río Arga que atraviesa la ciudad de Pamplona: <https://www.inaturalist.org/projects/arga>. El proyecto implica a centros de educación secundaria, formación profesional y educación ambiental para realizar observaciones sobre biodiversidad en el entorno dicho río. Su objetivo es mejorar el conocimiento de los estudiantes de educación secundaria del concepto biodiversidad así como del río, además de poner en valor este ecosistema fluvial en un entorno urbano en las futuras generaciones.

El proyecto fue puesto en marcha en el curso 2019-2020 e incorpora 468 observaciones de 213 especies aportadas por 39 observadores y 140 identificadores han colaborado en su validación. Aunque la participación en ese curso fue limitada a un centro educativo como consecuencia de la pandemia COVID, esta experiencia ha servido como modelo para el futuro desarrollo del proyecto. En el curso 2020-2021 se vuelve a poner en marcha el proyecto ARGa con el objetivo de establecerse como una herramienta de referencia para la comunidad educativa y de conectar el sector educativo con la sociedad en torno al concepto biodiversidad para destacar su importancia en la calidad ambiental en medios urbanos.

4. INTRODUCCIÓN

La biodiversidad es un concepto que abarca la variedad de organismos vivos, de genes dentro de cada especie y de ecosistemas, además de sus interacciones (ONU, 1992). En los últimos años, la biodiversidad está disminuyendo a un ritmo alarmante. Las actividades humanas poco respetuosas con el medio ambiente, como la transformación de los hábitats, la sobreexplotación de los recursos naturales, la contaminación y las especies invasoras son las causantes de esta pérdida acelerada (Weiskopf et al., 2020). La biodiversidad aporta elementos esenciales para la humanidad, no solo desde el punto de vista económico, y su conservación debería ser una responsabilidad común. Para que esta conservación sea posible es necesario que los ciudadanos

conozcan la importancia de la biodiversidad y que contribuyan a su protección, por lo que se hace necesaria una educación que transmita valores de respeto hacia ella (ONU, 1992).

Siendo conscientes de la importancia de la educación para esta transmisión de valores, todos los currículos educativos de secundaria del mundo incluyen contenidos relacionados con la biodiversidad y su conservación (Yli-Panula et al., 2018). Los currículos de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) de España, basados en la LOMCE («Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE)», s. f.), no son una excepción, y la biodiversidad está presente en el currículo de Navarra (Navarra Gobierno de, 2015) en distintos cursos, asignaturas y bloques (Tabla 1).

Tabla 1. Cursos, asignaturas y bloques del currículo de Educación Secundaria Obligatoria de Navarra que incluyen contenidos sobre biodiversidad.

Curso	Asignatura	Bloque
1º ESO	Biología y Geología	Bloque 3: La biodiversidad en el planeta Tierra
3º ESO	Biología y Geología	Bloque 6: Los ecosistemas
4º ESO	Biología y Geología	Bloque 3: Ecología y medio ambiente
	Ciencias aplicadas a la actividad profesional	Bloque 2: Aplicaciones de la ciencia en la conservación del medio ambiente
	Cultura Científica	Bloque 3: Avances tecnológicos y su impacto ambiental

Fuente: Decreto Foral 24, 2015

A pesar de que se tratan numerosos contenidos relacionados con la biodiversidad en la ESO, las metodologías y recursos convencionales utilizados habitualmente (clases magistrales y libros de texto no siempre contextualizados) no parecen los más adecuados para conectar los contenidos con los valores y actitudes de respeto hacia la biodiversidad, y a su vez, tampoco consiguen motivar al alumnado (García, J. y Martínez, 2010). Además, los alumnos no suelen estar familiarizados con la biodiversidad de su entorno, dificultando que puedan valorarla y contribuir activamente en su conservación (González, F. y Salinas, 2004); (Santos Ellakuria, 2019).

Ante la limitación de la eficacia de las metodologías tradicionales, se hace evidente la necesidad de aplicación de otras basadas en el desarrollo de competencias que hagan posible que los alumnos adquieran los conocimientos pertinentes sobre la biodiversidad, siendo capaces de desarrollar una actitud crítica sobre ellos. El proceso de enseñanza-aprendizaje basado en competencias se considera esencial en la educación del siglo XXI, y se tienen muy en cuenta en el currículo de la ESO (Navarra Gobierno de, 2015), donde se definen como “una combinación de habilidades prácticas, conocimientos, motivación, valores éticos, actitudes, emociones, y otros componentes sociales y de comportamiento que se movilizan conjuntamente para lograr una acción eficaz”. La adquisición de las competencias clave es necesaria para que los individuos alcancen un pleno desarrollo personal, social y profesional ajustado a las demandas de la sociedad. Entre las competencias que todo alumno del Sistema Educativo Español debe adquirir, según la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015), se encuentra las competencias básicas en ciencias y tecnología.

La biodiversidad se integra dentro del campo de la biología, una disciplina científica, así que para poder educar alumnos que adquieran eficazmente contenidos, destrezas y valores relacionados

con ella, se hace necesaria la adquisición de las competencias básicas en ciencia. Las competencias básicas en ciencia y tecnología se detallan en la citada Orden ECD/65/2015 (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2015), donde se precisa que estas “capacitan para identificar, plantear y resolver situaciones de la vida cotidiana –personal y social– análogamente a como se actúa frente a los retos y problemas propios de las actividades científicas y tecnológicas”.

La ciencia ciudadana es una práctica que implica la participación de ciudadanos en un proyecto científico. Esta participación requiere del seguimiento de un protocolo generalmente establecido por científicos profesionales, que puede incluir una o más de las siguientes acciones: recogida de datos, procesamiento de datos, análisis e interpretación de datos y disseminación de resultados.

El objetivo principal de esta participación es el avance de la investigación científica, a la vez que el aumento de la cultura científica de la ciudadanía (Doyle et al., 2017). Muchos de los proyectos de ciencia ciudadana actuales están vinculados al estudio en los campos de la biodiversidad y su conservación, siendo la mayoría de ellos proyectos de tipo contributivo, en los que los ciudadanos aportan observaciones de seres vivos (Bonney et al., 2009); (Chandler et al., 2017). Se ha demostrado que estos proyectos tienen una gran importancia en el avance del conocimiento científico de este campo, convirtiéndose en imprescindibles para el descubrimiento de nuevos patrones en el mundo natural (Bonney et al., 2014); (Kobori et al., 2016); (Chandler et al., 2017).

Además, la valiosa información científica obtenida a través de las iniciativas de ciencia ciudadana es muchas veces utilizada para llevar a cabo políticas de protección ambiental, destacando el importante papel que tiene la ciencia ciudadana en la conservación de la biodiversidad (Greenwood, 2012); (Kobori et al., 2016). Por otro lado, la participación de ciudadanos en proyectos de este tipo es una manera muy eficaz de adquirir contenidos, destrezas y valores relacionados con la ciencia y la biodiversidad. De hecho, se considera que la manera más efectiva de aprender y valorar la ciencia es participar en una investigación científica (Silvertown, 2009).

En el ámbito de la educación formal, la ciencia ciudadana puede utilizarse como recurso educativo útil para desarrollar de forma integrada competencias clave, y especialmente competencias científicas (Bonney et al., 2009); (Kobori et al., 2016). Además, la participación en un proyecto de ciencia ciudadana suele ser atractiva y motivadora para el alumnado (Figura 1) (Bonney et al., 2009); (Doyle et al., 2017); (Steinke et al., 2017).

Las prácticas de laboratorio se utilizan de forma generalizada para trabajar competencias científicas. En estas clases es habitual seguir un protocolo establecido para comprobar un fenómeno o un principio, es decir, se conoce de antemano la respuesta a la pregunta científica. Pero esta no es la forma en la que se desarrolla una auténtica investigación científica. En los proyectos científicos reales se plantean preguntas cuyas respuestas no son conocidas previamente y este tipo de situación es más adecuada para desarrollar competencias científicas (Trautmann, 2013).

La ciencia ciudadana ofrece a los alumnos la oportunidad de participar como verdaderos científicos en un proyecto real (Doyle et al., 2017), desarrollando destrezas científicas como la recolección, el análisis y la interpretación de datos utilizando herramientas adecuadas o la toma de decisiones basadas en pruebas y argumentaciones. Los alumnos, al darse cuenta de que están participando en un proyecto de investigación real, trabajan con mayor interés y cuidado que si

estuvieran realizando una práctica de laboratorio convencional, incrementando su motivación y mejorando sus destrezas científicas (Bonney et al., 2009); (Trautmann, 2013); (Doyle et al., 2017); (Steinke et al., 2017). Además, este contacto con la ciencia permite que identifiquen esta profesión de forma más cercana y superen la visión estereotipada que muchas veces se tiene de los científicos (Raddick et al., 2009). El resultado es un desarrollo eficaz de competencias científicas como el respeto a la veracidad de los datos, el interés por la ciencia, el apoyo a la investigación científica y la valoración del conocimiento científico.

La ciencia ciudadana también ofrece la oportunidad de combinar conocimientos y destrezas de distintas asignaturas, haciendo que los alumnos sean conscientes de la necesidad de la integración de distintas disciplinas para la investigación científica (Bonney et al., 2009); (Trautmann, 2013). Muchos proyectos de ciencia ciudadana relacionados con biodiversidad requieren del uso de la tecnología para la recolección, organización, análisis y diseminación de la información científica, del lenguaje para la redacción de informes, de las matemáticas para el análisis de los datos e incluso aspectos relacionados con la comunicación. Por último, la ciencia ciudadana difunde valores de respeto hacia la biodiversidad y pone en contacto directo a los alumnos con su entorno natural, permitiendo que estos adquieran un mayor conocimiento sobre la biodiversidad local (Trautmann, 2013); (Wals et al., 2014). Todo ello puede ayudarles a adoptar una actitud y un sentido de la responsabilidad en relación a la biodiversidad.

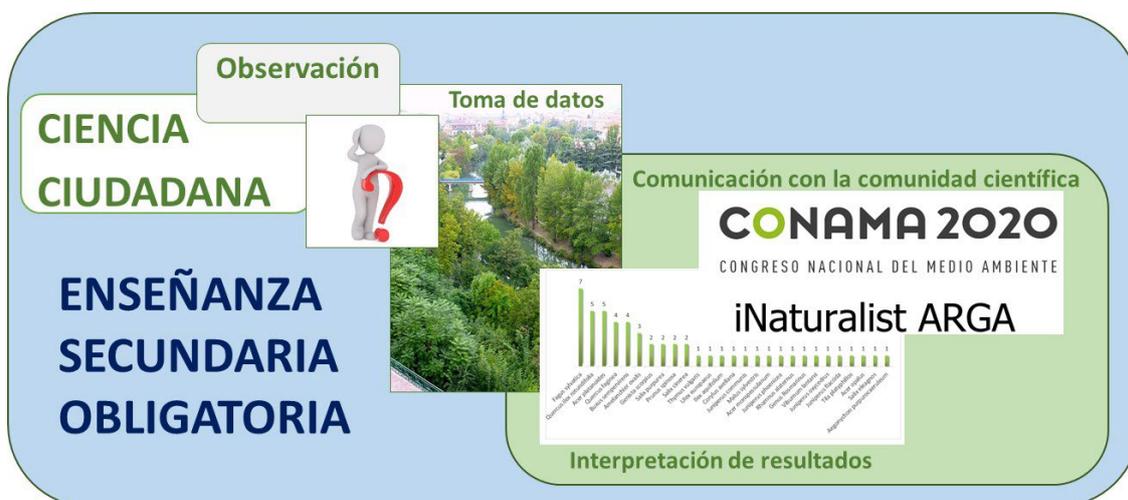


Figura 1: La ciencia ciudadana puede utilizarse como recurso educativo útil para desarrollar de forma integrada competencias clave, y especialmente competencias científicas. En el esquema se muestran las distintas actividades en las que se involucra el estudiante cuando participa en un proyecto de ciencia ciudadana.

En este contexto, se plantea crear un proyecto de ciencia ciudadana con la plataforma iNaturalist centrado en el río Arga, que atraviesa la ciudad de Pamplona. Para su desarrollo se ha contado con el antecedente de otro proyecto desarrollado en la plataforma Natusfera para un curso de 1º de la ESO (Fernández, 2019). El proyecto que se propone amplía el espectro de centros y cursos implicados, dirigiéndose a centros de educación secundaria, formación profesional y educación ambiental para realizar observaciones sobre biodiversidad en el entorno del río Arga. Este proyecto pretende mejorar el conocimiento de los estudiantes de educación secundaria

sobre el concepto biodiversidad así como del río, además de poner en valor este ecosistema fluvial en un entorno urbano en las futuras generaciones.

5. METODOLOGÍA

Como base para desarrollar la actividad de ciencia ciudadana se ha utilizado la plataforma iNaturalist para crear un proyecto de tipo paraguas llamado ARGA, con tantos subproyectos como centros educativos participantes, más cuatro subproyectos definidos geográficamente. El ámbito general del proyecto se corresponde con el cauce del río Arga y sus riberas, desde los municipios de Huarte y Villava, aguas arriba, hasta el de Barañáin aguas abajo, atravesando la ciudad de Pamplona (Figura 2): <https://www.inaturalist.org/projects/arga>.

Cualquier observación incluida en uno de los subproyectos pasa a formar parte del proyecto general, pero cada proyecto anidado mantiene la individualidad y sus observaciones pueden ser consultadas en su página correspondiente. Si un observador desea que su observación figure en el subproyecto de un centro educativo determinado debe especificarlo, bien en el momento de realizar la observación o con posterioridad. En el caso de los subproyectos definidos por ámbito geográfico, basta que una observación sea realizada dentro de su territorio para que se incorpore a ese subproyecto, independientemente de que figure también dentro de las de un centro educativo.

Estos subproyectos territoriales son cuatro, uno que comprende todo el río Arga y otros tres correspondientes a las zonas que visitan los centros en sus salidas al río:

- Observaciones totales, río Arga:
<https://www.inaturalist.org/projects/observaciones-totales-gutzizko-behaketak>
- Molino San Andrés:
<https://www.inaturalist.org/projects/molino-san-andres-san-andres-errotta>
- Puente de la Magdalena:
<https://www.inaturalist.org/projects/puente-de-la-magdalena-magdalenako-zubia>
- Parque de Barañáin:
<https://www.inaturalist.org/projects/parque-de-baranain-baranaingo-parkea>

Las observaciones pueden referirse a cualquier grupo taxonómico, pueden ser especies tanto nativas como introducidas y cualquier persona interesada puede unirse a los proyectos.

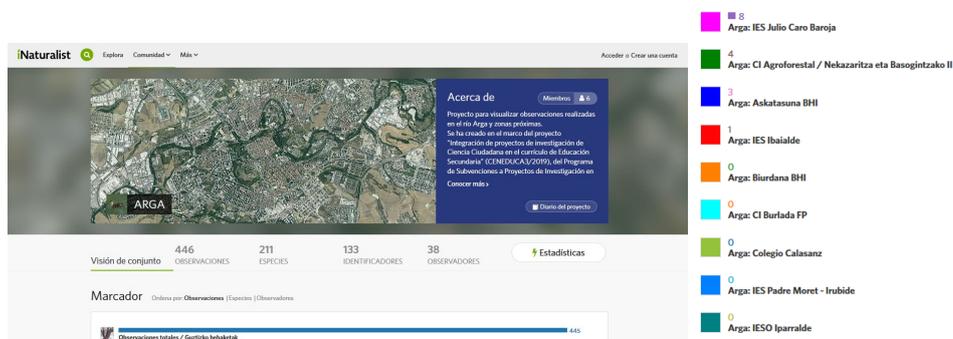


Figura 2. Visión general del proyecto Arga en la plataforma iNaturalist (izquierda) y subproyectos correspondientes a los institutos de educación secundaria del entorno del río creados dentro del proyecto Arga (derecha).

6. RESULTADOS

El proyecto se puso en marcha en el curso académico 2019/2020, siendo nueve los centros de educación secundaria que se integraron (Figura 2) tras la realización de las sesiones de presentación y de aprendizaje del manejo de la plataforma iNaturalist a los responsables de los departamentos de Biología y Geología. Al ser incluida esta actividad de ciencia ciudadana entre las ofertadas por la Mancomunidad dentro del programa Mancoeduca, también participaron en las sesiones los monitores de educación ambiental encargados de acompañar al alumnado y profesorado de los centros a las salidas al río Arga.

Para facilitar el conocimiento de la plataforma iNaturalist y el proceso de realizar observaciones a los estudiantes de los centros participantes, se elaboró un tutorial en vídeo disponible en la plataforma You Tube: <https://youtu.be/zHyN1zRvOY4>.

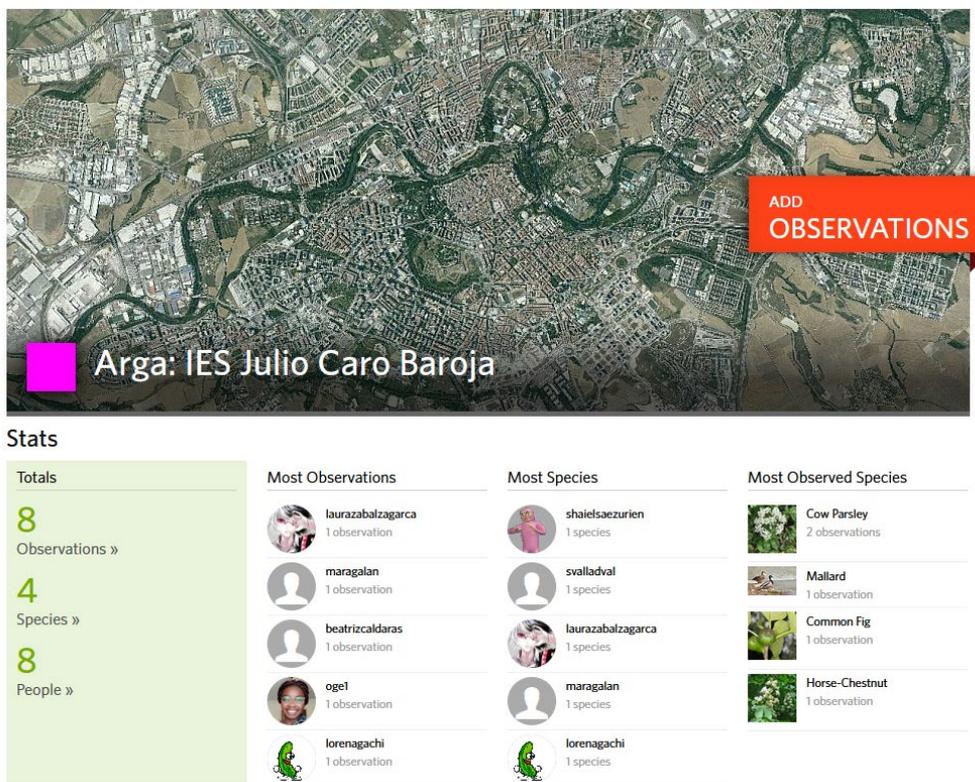


Figura 4. Página principal del proyecto Arga: IES Julio Caro Baroja con las estadísticas de participación.

Las salidas presenciales con los alumnos estaban previstas para el período de abril-junio de 2020. Dado el confinamiento y posteriores limitaciones a la movilidad producidas por la pandemia de la COVID estas salidas no pudieron tener lugar, aunque sí pudo realizarse una experiencia en el IES Julio Baroja con una clase de 22 alumnos de 4º curso de ESO. Para ello se incorporó la actividad de realización de observaciones con iNaturalist como una tarea de carácter voluntario dentro de la unidad didáctica “Ecología y medio ambiente” en un contexto de impartición telemática de la docencia (Aliende, 2020). Los estudiantes podían realizar observaciones de forma autónoma para luego poner en común los resultados de la actividad y comentarlos.

De los 22 alumnos participaron con observaciones el 59% (13) con 14 observaciones válidas; de ellas 8 pudieron realizarse en el río Arga mientras que otras 6 pertenecen a otros ríos, dado que se trataba de alumnos que residían lejos de la localización del proyecto. En la puesta en común de las observaciones se corrigieron errores como la incorporación de fotografías de especies diferentes a una misma observación, observaciones duplicadas o sin contenido. En la figura 4 se observa la página del centro IES Julio Caro Baroja en el proyecto Arga y las estadísticas de participación asociadas. En esta página (<https://www.inaturalist.org/projects/arga-ies-julio-caro-baroja>) se puede identificar a los distintos observadores, visualizar la zona del río en la cual se han hecho estas observaciones y las especies observadas.

A pesar de lo limitado del número de observaciones el alumnado pudo comprobar cómo 8 de ellas eran identificadas por la comunidad de usuarios y 3 de ellas adquirían el grado de investigación al ser validadas. En esta sesión se les explicó también la importancia de que una observación fuera validada para que forme parte de las que se publican en GBIF (Global Biodiversity Information Facility; <https://www.gbif.org/>), infraestructura mundial de datos de biodiversidad que alberga registros de especies procedentes tanto de instituciones académicas como de organismos gubernamentales y plataformas de ciencia ciudadana.

También se presentó un cuestionario al grupo para evaluar la actividad que fue respondida por el 68% del alumnado (15 estudiantes). Los alumnos encuestados y que no registraron observaciones indicaron que tuvieron dificultades al tratar de subirlas a la plataforma. Un 40% de los participantes en la evaluación manifestaron que utilizaron iNaturalist para consultar información sobre biodiversidad, además de para subir observaciones. El alumnado valoró positivamente la participación en la actividad, resaltando su utilidad para la ciencia y para mejorar la comprensión de aspectos de la materia tratada, y su facilidad de uso, especialmente por su aspecto “muy visual”. De los comentarios libres destacó el interés por la fauna, al indicar 3 alumnos que los animales son para ellos los protagonistas de la plataforma, mientras que las plantas solo aparecieron en un comentario.

Además de las observaciones de este centro el proyecto incorpora todas las realizadas en el entorno del río, en total 468 observaciones de 213 especies llevadas a cabo por 39 observadores y en las que han participado 140 identificadores. Al analizar los usuarios de las 394 aportadas en 2020, alrededor de 190 pueden haber sido registradas por profesorado asistente a los seminarios, además de las 8 aportadas por el centro participante, tras analizar el login de usuario en los datos de iNaturalist.



Figura 5. Observaciones del proyecto iNaturalist Arga localizadas a lo largo del cauce a su paso por Pamplona. En el panel inferior izquierdo se muestran el porcentaje de observaciones de grado investigación que existen dentro del proyecto.

En la figura 5 se pueden observar la distribución a lo largo del cauce del río de las observaciones del proyecto, así como una muestra de las observaciones más recientes. Algo más del 50% de las observaciones realizadas son de grado de investigación, lo que quiere decir que han sido verificadas por otros usuarios de iNaturalist; entre las observaciones del proyecto predominan especies de flora (78%) y solo otros dos grupos superan el 5% de observaciones, los insectos (7%) y las aves (7%) (Figura 6).

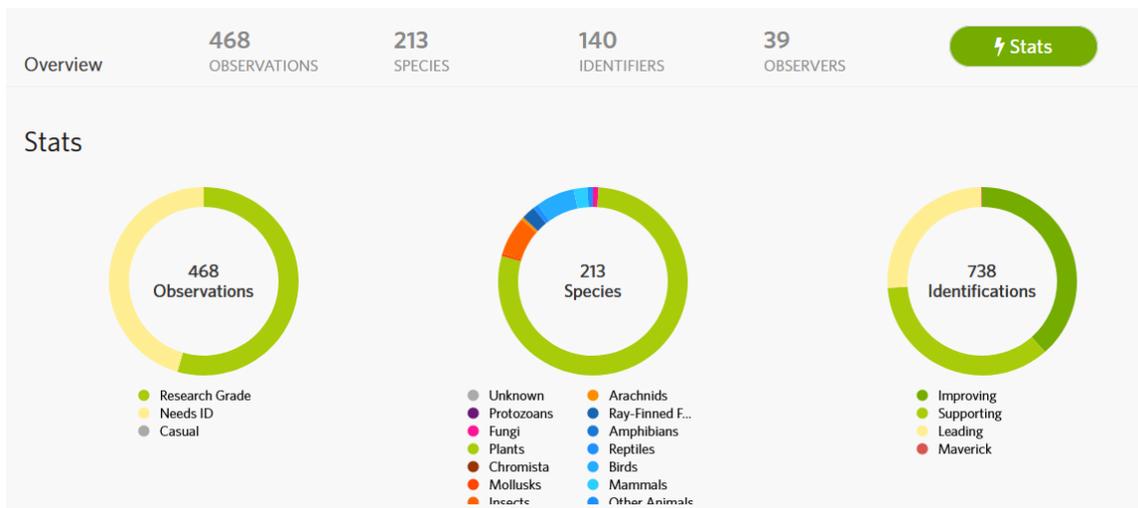


Figura 6. Estadísticas globales del proyecto Arga, con indicación de las validadas y los grupos taxonómicos a los que pertenecen las especies observadas.

7. DISCUSIÓN

La incorporación de la ciencia ciudadana en educación formal ha resultado ser muy eficaz para tratar contenidos relacionados con biodiversidad a la vez que se trabajan competencias (Soanes et al., 2019). Una muestra es el proyecto “Nature in your back yard - Citizen Science with schools” realizado en distintos centros educativos de Austria entre los años 2014-2016 en el cual los alumnos tuvieron que registrar observaciones de distintos grupos de animales en jardines cercanos a sus centros educativos (Kelemen-Finan et al., 2018). El proyecto Arga tiene unos objetivos similares al presentar la plataforma iNaturalist como punto de contacto entre los estudiantes de los centros educativos del entorno del río Arga y la biodiversidad de este ecosistema fluvial.

En el presente proyecto, los estudiantes pueden registrar observaciones de cualquier grupo de seres vivos puesto que la actividad no está restringida a ningún reino. De todas formas, en las observaciones del reino vegetal son las predominantes en la actualidad (Figura 6), aunque también podemos encontrar aportaciones de otros grupos de seres vivos. Kelemen-Finan y sus colaboradores (Kelemen-Finan et al., 2018) observaron que el interés y la motivación del alumnado aumenta tras la participación en este tipo de proyectos, al mismo tiempo que permite trabajar el currículo sobre biodiversidad y concienciar a los estudiantes sobre la conservación de la biodiversidad en general y del ecosistema fluvial de su entorno en particular.

Algunos trabajos previos sugieren que el portal iNaturalist es un recurso educativo útil en educación secundaria para trabajar cuestiones relacionadas con biodiversidad y al mismo tiempo poner en contacto al alumnado con la ciencia ciudadana (Peralta, J., González, E. y Imbert, s. f.); (Echeverría, s. f.); (Moreno, 2018). En 2019, se realizó una prueba preliminar del Proyecto Arga en la plataforma Natusfera con alumnos de 1º ESO en el IES Pedro de Atarrabia. El proyecto motivó la participación de los estudiantes, que valoraron positivamente entrar en contacto con la comunidad científica a través de la ciencia ciudadana y además mejoraron sus conocimientos sobre biodiversidad (Fernández, 2019). De esta forma, el proyecto iNaturalist Río Arga está abierto a la comunidad educativa del entorno del río y pretende despertar el interés de los estudiantes de educación secundaria de la ciudad de Pamplona por la biodiversidad y de esta forma contribuir a una sociedad más consciente del entorno y que sea capaz de visualizar las posibles acciones que se pueden llevar a cabo desde el entorno educativo.

8. CONCLUSIONES

La plataforma iNaturalist se presenta como un recurso educativo útil para tratar la biodiversidad en el currículo de educación secundaria. La creación de proyectos de ciencia ciudadana en un entorno cercano a los centros educativos permite integrar las observaciones de los ciudadanos y de los estudiantes favoreciendo la integración de la importancia de la biodiversidad. Un mayor conocimiento sobre la biodiversidad del entorno ayuda a ser más consciente de su fragilidad y favorecer actitudes más respetuosas con el medio natural.

El proyecto ARGA se vuelve a poner en marcha en 2020 con el objetivo de establecerse como referencia dentro de la comunidad educativa y conectar el sector educativo y la sociedad en torno al concepto biodiversidad para destacar su importancia en la calidad ambiental en medios urbanos. Los centros de educación secundaria podrán participar guiados a través de una

actividad on-line ofrecida desde la Mancomunidad de Aguas de Pamplona con el soporte de un equipo de investigadores de la Universidad Pública de Navarra.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Aliende, A. (2020). Plataforma iNaturalist: Ciencia Ciudadana en educación secundaria. *Trabajo de Fin de Máster, Universidad Pública de Navarra*.
- Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984. <https://doi.org/10.1525/bio.2009.59.11.9>
- Bonney, R., Shirk, J. L., Phillips, T. B., Wiggins, A., Ballard, H. L., Miller-Rushing, A. J., & Parrish, J. K. (2014). Next Steps for Citizen Science. *SCIENCE*, 343(6178), 1436-1437. <https://doi.org/10.1126/science.1251554>
- Chandler, M., See, L., Copas, K., Bonde, A. M. Z., López, B. C., Danielsen, F., Legind, J. K., Masinde, S., Miller-Rushing, A. J., Newman, G., Rosemartin, A., & Turak, E. (2017). Contribution of citizen science towards international biodiversity monitoring. *Biological Conservation*, 213, 280-294. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.09.004>
- Doyle, C., Anderson, D., & Boucher, M. (2017). *What is online citizen science anyway? An educational perspective*.
- Echeverría, A. (s. f.). La biodiversidad en el currículo de educación secundaria: nuevas herramientas colaborativas abiertas para la captura de datos. *Trabajo de Fin de Máster, Universidad Pública de Navarra*.
- Fernández, M. (2019). Ciencia ciudadana en las aulas: Proyecto río Arga. *Trabajo de Fin de Máster, Universidad Pública de Navarra*.
- García, J. y Martínez, F. J. (2010). Cómo y qué enseñar de la biodiversidad en la alfabetización científica. *Enseñanza de las ciencias*, 28(2), 175-184.
- González, F. y Salinas, I. (2004). Conocimientos y concepciones sobre biodiversidad en alumnos de educación secundaria. *Revista de educación de la Universidad de Granada*, 17, 177-188.
- Greenwood, J. J. D. (2012). Citizens, science, and environmental policy: a British perspective. En *Citizen science. Public participation in environmental research*. J. L. Dickinson y R. Bonney (Eds.) (pp. 150-164).
- Kelemen-Finan, J., Scheuch, M., & Winter, S. (2018). Contributions from citizen science to science education: an examination of a biodiversity citizen science project with schools in Central Europe. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2078-2098. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1520405>
- Kobori, H., Dickinson, J. L., Washitani, I., Sakurai, R., Amano, T., Komatsu, N., Kitamura, W., Takagawa, S., Koyama, K., Ogawara, T., & Miller-Rushing, A. J. (2016). Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. *Ecological Research*, 31(1), 1-19. <https://doi.org/10.1007/s11284-015-1314-y>

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE). (s. f.). *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 295. 10 de diciembre de 2013.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2015). Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 25(I), 6986.
- Moreno, J. (2018). Integración de un proyecto de ciencia ciudadana en educación secundaria. Estudio de la biodiversidad de la Reserva Natural de Basaula a través de la plataforma iNaturalist. *Trabajo de Fin de Máster, Universidad Pública de Navarra*.
- Navarra Gobierno de. (2015). Decreto Foral 24/2015, de 22 de abril, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Foral de Navarra. *Boletín Oficial de Navarra (BON)*, 127.
- ONU. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica. *Naciones Unidas*, 30.
- Peralta, J., González, E. y Imbert, B. (s. f.). Estudio de prospectiva, análisis y propuesta de participación y colaboración de la Administración Foral de Navarra con las redes, plataformas e iniciativas de Ciencia Ciudadana. *Universidad Pública de Navarra. Gobierno de Navarra*.
- Raddick, M. J., Bracey, G., Carney, K., Gyuk, G., Borne, K., Wallin, J., & Jacoby, S. (2009). Citizen Science: Status and Research Directions for the Coming Decade. *Astro2010: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey, Position Papers.*, 46.
- Santos Ellakuria, I. (2019). Propuesta para mejorar la didáctica de la biodiversidad en la asignatura de Biología y Geología de 4º de ESO. *Ikastorratza, e-Revista de didáctica*, 5911(22), 6.
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(9), 467-471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Soanes, K., Cranney, K., Dade, M. C., Edwards, A. M., Ravindra Palavalli-Nettimi, S., & Doherty, T. S. (2019). How to work with children and animals: A guide for school-based citizen science in wildlife research. *Austral Ecology*, 45, 3-14. <https://doi.org/10.1111/aec.12836>
- Steinke, D., Breton, V., Berzitis, E., & Hebert, P. D. N. (2017). The School Malaise Trap Program: Coupling educational outreach with scientific discovery. *PLoS Biology*, 15(4), 1-8. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.2001829>
- Trautmann, N. M. (2013). *Citizen Science: 15 Lessons that Bring Biology to Life*. Arlington: NSTA Press.
- Wals, A. E. J., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. B. (2014). Science education. Convergence between science and Environmental Education. *Science*, 344(May), 583-584.
- Weiskopf, S. R., Rubenstein, M. A., Crozier, L. G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J. E., Hyde, K. J. W., Morelli, T. L., Morissette, J. T., Muñoz, R. C., Pershing, A. J., Peterson, D. L., Poudel, R.,

Staudinger, M. D., Sutton-Grier, A. E., Thompson, L., Vose, J., Weltzin, J. F., & Whyte, K. P. (2020). Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of The Total Environment*, 733, 137782. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>

Yli-Panula, E., Jeronen, E., Lemmetty, P., & Pauna, A. (2018). Teaching methods in biology promoting biodiversity education. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10), 1-18. <https://doi.org/10.3390/su10103812>

10. AGRADECIMIENTOS

Este proyecto está financiado por el Departamento de Educación del Gobierno de Navarra (CENEDUCA3-2019).

TÍTULO

CONAMA 2020