

**Training pre-service teachers with raptor pellets from an innovative perspective /  
*Formación del profesorado mediante egagrópilas de rapaces desde una perspectiva  
innovadora***

*Beatriz Carrasquer-Álvarez*

University of Zaragoza

**Abstract**

In this work raptor pellets are used for educational purposes, not only as a tool to achieve the classic objectives of dissect, classify and identify their content, but also combined with the application of real scientific practices and the use of a new educative online resource. A total amount of 162 Primary Education future teachers of an education faculty of Aragón (Spain) participated in a two-month inquiry-based approach case study through three consecutive academic courses. Students should identify the barn owl's diet and the characteristics of the ecosystem in which it lives. The communication of opinions and the search for scientific obviousness and evidence to explain facts was promoted. Results show that pre-service teachers implement scientific practices and they are made aware of the potential of the inquiry approach and online resources in science education. Students agree that the applied methodology helped them to detect their own knowledge deficiencies and to learn bio-ecological contents, and also to implement this kind of didactic proposals in Primary Education classrooms.

**Keywords**

raptor pellets; inquiry; online educative resources; pre-service teachers; scientific practices

**Resumen**

En este trabajo se utilizan egagrópilas de rapaces con fines educativos, no solo como herramienta para alcanzar los objetivos clásicos de diseccionar, clasificar e identificar sus contenidos, sino también en combinación con la aplicación de prácticas científicas reales y el uso de un nuevo recurso educativo en línea. Un total de 162 futuros docentes de Educación Primaria matriculados en una Facultad de Educación aragonesa participaron en un estudio de caso basado en la investigación durante dos meses a lo largo de tres cursos académicos consecutivos. Los participantes tenían que identificar la dieta de la lechuza común y las características del ecosistema en el que habita. Se incentivó la expresión de opiniones y la búsqueda de indicios y pruebas científicas para explicar los hechos. Los resultados muestran que los futuros docentes implementan prácticas científicas y son conscientes del potencial del enfoque investigativo y de los recursos en línea en la educación científica. Los participantes confirmaron que la metodología aplicada les permitió detectar deficiencias en sus conocimientos y aprender contenidos bioecológicos, así como la puesta en práctica este tipo de propuestas didácticas en las aulas de Educación Primaria.

**Palabras clave**

Egagrópilas de rapaces, investigación, recursos educativos en línea, docentes en formación, prácticas científicas

Spanish translation / *Traducción al español*: Mercè Rius Riu

**Corresponding author / Autor/a para correspondencia:** Beatriz Carrasquer-Álvarez.  
Department of Specific Didactics, Faculty of Education. University of Zaragoza,  
Zaragoza. Pedro Cerbuna 12. 50009. Zaragoza. Spain. Email: [becarras@unizar.es](mailto:becarras@unizar.es).

Received 21 November 2022; Accepted 1 November 2023

Raptors are capable of capturing a high diversity of prey, from insects to small vertebrates such as amphibians, reptiles, mammals, fish and other birds. Their diet is reflected in the content of the pellets they produce. Such pellets are compact regurgitated balls, which contain indigestible food remains from birds, such as bones, teeth, hair, and other hard parts of prey. Pellets can even be found in parks and gardens in the urban environment. And they are a perfect tool to ask questions and hypotheses, communicate evidence, and find evidence to explain facts, in relation to the characteristics of ecosystems and food relationships. Thus, the development of skills is encouraged as the students respond to the questions that have been raised, with mediation and the type of help increasingly explicit (Poehner & Lantolf, 2010). And it should be the learners who decide which aspects to explore in science and ask themselves questions to answer (Bodrova & Leong, 1996). There is no doubt that the pellets can constitute something unknown, with which the students feel unfamiliar, and insecure in their handling. Thus, the teacher must guide the educational proposal, reducing the uncertainty of the students and increasing their motivation. The levels of help, until reaching the autonomy of the students, will go through asking general questions and concerns, how we can resolve these questions, indicating specific methods and materials, and even facilitating demonstrations (Wood, 1998).

A case study research conducted with student teachers in the third year of the undergraduate degree in primary education is presented. This work introduces as an innovation the design and implementation of a didactic sequence through inquiry methodology that combines natural raptor pellets dissection with the use of a new web resource. The aim is to work with pre-service teachers on the difference between data and obviousness collection for them to answer their own questions about raptor pellets. The sequence that it will be showed is also aimed at studying natural sciences specific

didactic contents. It is intended that students should identify the barn owl's diet and the characteristics of the ecosystem in which it lives.

Research questions are: *To what extent is useful to trainee teachers, as a didactic tool, to combine natural pellets with new adapted educative web resources through inquiry methodology? To what extent is the proposal effective in the acquired learning of students? What is the effect of the proposal on pre-service teachers perception about why the activity was useful for them and how it could be useful in Primary Education classrooms?*

### **Conceptual framework**

Decades ago, works in the field of learning and intellectual development of schoolchildren (Vygotsky, 1984) revealed that the scientific concepts acquired through formal instruction have a base of operations, knowledge and concepts acquired in informal spaces of interaction. In this sense, every event that has to do with the natural environment that surrounds us is based on knowledge of ecology. Nowadays, it is necessary from an early age to go out into nature and contemplate living beings for a better understanding of its functioning and the need for its conservation. It is easy to observe and admire the plants; however, it is much more difficult to observe the animals that we have in the environment, especially the nocturnal or crepuscular ones. But nevertheless, they reveal their presence through their tracks, droppings, and other types of signals. When we observe and interpret them, they can tell us a lot about the animal's way of life. They can even be especially useful in the forestry, agricultural field, to know which species is causing damage to crops, to the vegetation, and to take the appropriate measures.

From a socio-cultural perspective, proposed by Kozulin (1998), the teaching and learning situation should be adequately designed to try to provide the necessary educational assistance for the learner to be competent and acquire cognitive functions such as vocabulary, certain basic operations, and reflective reasoning. It is also essential, in the teaching-learning process, the use of graphic resources and models. In this sense, the reconstruction of an ecosystem from pellet remains is a good activity for learning ecology concepts. And the integration of the development of models with the use of technological tools is a fundamental ingredient for this (Jiménez-Becerra & Segovia-Cifuentes, 2020; López-Neira et al., 2020).

The educational value of practical experiences with raptor pellets has been widely demonstrated. Special mention has been given to observation, manipulation, identification and classification of the content of pellets (Lederman, 2018; Wilson, 1997), the reconstruction of ecosystems (Chi et al., 2014; Tunnicliffe & Reiss, 1999) as well as to environmental education purposes (Tomkins & Tunnicliffe, 2007). Manipulative proposals with raptor pellets have been implemented with school children (Ansberry & Morgan, 2010; Kamberelis & Wehunt, 2012; Schiller & Melin, 2011) and pre-service teachers (Gill & Vaux, 2018). Nevertheless, the approach of learning science through inquiry presents significant challenges and problems for teachers and students (Yebra et al., 2019), such as the difficulty or repetitiveness of some scientific practices. Crucial issues in real scientific practices (according to Nature of Sciences characteristics) such as the search of obviousness in order to transform it into evidence (Akerson et al., 2010, 2014) should be taken into special consideration. Nevertheless, it is frequently passed over when designing inquiry didactic sequences (Jiménez-Liso et al., 2020). It is also worth mentioning that interactive and visual processes (Cremin et al., 2015) and the inquiry approach to teach bio-ecological contents have been

demonstrated to be effective in early-years science teaching. In such respect, pre-service teachers considered them effective in their own learning (Hiltunen et al., 2020; Kamarainen et al., 2021). The study of these excrements also has a recognized bio-ecological value in their effectiveness for carrying out molecular, biogeographic and ecological studies, including management and variability of food resources, population studies and prey's anatomical studies (Villanúa et al., 2021).

### **Justification and general approach of the research**

The case study started by designing and implementing an intervention using natural pellets and new digital resources with Primary Education pre-service teachers.

Therefore, an analysis of the effectiveness of the intervention in the acquired learning of students was performed. Problem and objectives are included in this section.

Some circumstances that require more information and deserve educational interest motivated the study. Firstly, it is worth to underline that a characteristic element of the inquiry methodology which is frequently ignored when designing this kind of didactic sequence is the search for obviousness from data to establish the validity of its statements including designing experiences, obtaining data, analysing the data to transform it into evidence, drawing conclusions and communicating them, and so on (Jiménez-Liso et al., 2020). This includes expression and discussion of personal ideas and the solving of problems related to natural phenomena the solution of which can be verified, and contextualization of contents to work on authentic problems. These fundamental elements of the inquiry approach were considered in the proposal.

More over, with regard to specific Natural Sciences contents, a lack of knowledge of the concept of food web was found in Primary Education pre-service teachers (Caño, 2019). Learning difficulties such as the reasoning patterns necessary to

understand the functioning of natural systems, as well as the construction of the concept of food webs have been addressed by different researchers (García-Rodeja et al., 2020; Hernández & González, 2021; Wyner & Blatt, 2019).

Finally, importance is given to the use of a specific new web resource. There are dozens of activities or workshops available on the internet focused on working on environmental education and the teaching of ecology in compulsory education stages by using pellets, developed in countries such as the United States, Canada, Finland and Spain. Nevertheless, most of the activities are mainly focused on identifying the content of the pellets, analysing the diet of some birds of prey and introducing students to some natural history, biology and ecology to promote environmental awareness (Jaramillo, 2020). Therefore, a new web resource (<https://egagropilas.unizar.es/>) was designed to be introduced in the didactic sequence.

Based on those experiences, it is thought that that it is necessary to propose new learning situations so that pre-service teachers, from a methodological approach of inquiry, can achieve meaningful learning of functional content in order to understand the complexity of systems. Emphasis is given on content related to energy flow, matter cycle and trophic networks. It also necessary as well to introduce attitudinal learning and attain competencies for discussion and debates of the real problems in our society. The effectiveness of the intervention in the acquired learning of students was analysed, as well as the self-perception on the participating students in their learning and the importance of the proposed sequence in their training as future teachers. Conceptual, procedural and attitudinal learning was taken into account.

An analysis of the conceptual meaningful learning of functional content by prospective teachers, from a methodological approach of inquiry, in order to understand the complexity of systems was performed. Pursued objectives were:

- To contribute to the acquisition of the food chain and food web concepts by pre-service teachers.
- To contribute to the understanding of the functioning of natural systems, matter cycle and energy flow by identifying the barn owl's diet and the characteristics of the ecosystem in which it lives.

Attention was devoted to the method and learning tools. On the one hand, essential elements of the inquiry approach were considered in the proposal. On the other hand, the new web resource is intended to make the use and dissection of raptor pellets easier, through the provision of virtual materials and explanations.

Thus, Primary Education pre-service teachers enrolled in the course "Didactics of biological-geological environment" of an education faculty in Aragón (Spain) participated in an inquiry-based approached classroom experience throughout three consecutive academic courses. Research design, results, analysis and findings are presented next.

## **Research design and methodology**

### **Participants, materials and tools**

A total amount of 162 third year Primary Education pre-service teachers enrolled in the course "Didactics of biological-geological environment" of an education faculty in Aragón (Spain) participated in a two-month inquiry-based approached classroom experience throughout three consecutive academic courses (from September, 2018 to

June, 2021).

With regard to applied tools, on the one hand, the experience included the manipulation of natural barn owl pellets. Problems due to the possible transmission of diseases during manipulation were minimized by introducing barn owl pellets in hydrogen peroxide before its manipulation and dissection. On the other hand, the aforementioned new web resource (<https://egagropilas.unizar.es/>) is introduced in the proposal. This tool makes it possible to carry out the same activity made with real materials, at different depths, through an information technology application to use the same procedures that have been implemented with natural materials, but with greater ease of access, thus favouring the optimisation of materials, the times of teaching, the learning itself and the evaluation of the contents. From the point of view of the user experience, there are two types of access: free and student access (by introducing user and password). The visitor can access a variety of materials (documents, videos and images) designed by researchers. In the sections for Virtually cleaning a pellet, bone/skull IDs are randomly generated from around 150 combinations of images. If the access is through a student account, PDF result reports are generated and downloaded in the sections of "Virtual pellets" and "Reconstruction of the virtual ecosystem". Finally, contextualized-real environmental problems are presented to users. The web resource was developed using the programming languages in the environment HTML5 client, CSS3 and JQuery, PHP for server environment. There is a MySQL data base to save user accounts and other configuration data. There is also a private backend for user management, data collection, statistics, etc. A responsive design is used so that it adapts correctly to the visualization from different devices, such as computers, mobiles, and tablets. These tools (natural pellets and the new web resource) were applied in the inquiry sequence summarized in next section. The website map is shown in Figure 1.

[Insert Figure 1].

**Procedure: didactic inquiry sequence and evaluation**

The didactic sequence shown in Table 1 was implemented by students in the laboratory and also at homes, with weekly follow-up sessions. With the aim of reconstructing the barn-owl hunting landscape, pre-service teachers implemented real scientific practices (search of evidence, data analysis) and bones-identification using dichotomous keys (name, taxonomic genus). Rodents, insectivores and birds were found, enriching the activity on diversity of species. All this information was complemented with bibliographic consultation and with the materials available through the specific new web resource.

[Insert Table 1].

Throughout the 2019-20 academic course, the activity was carried out entirely at home by the students due to the global lockdown requirements (COVID-19). It started by an introductory session, including an explanation of various ways of obtaining pellets, making mention of the work done by the students through the previous academic course. After this introductory session, in the month of March, a pellet was delivered (in person, in the classroom, or by post to the students' homes) to develop the activity. Lessons and tutoring continued by video.

In regard to the evaluation, the performed research is exploratory and descriptive. A convenience sample was carried out. Students distribution by sex was 66% women, 34% men (47, 61 and 54 students, per-academic course, respectively).

The effectiveness of the didactic sequence in the acquired conceptual learning of students was evaluated through individual reports. It was also evaluated in the final

exam on a scale of 1 to 5 points. Questions (open answer) in the exam included these contents:

- Dichotomous keys (design and use)
- Proposal of activities with barn-own pellets as a didactic resource.
- Ecosystem, matter cycle and energy flow (definition, difficulties in teaching-learning process, dichotomous keys, animal population calculation).

Table 2 summarizes the relationship between questions and contents.

[Insert Table 2].

The second objective was to evaluate the effect of the proposal according to the self-perception of pre-service teachers about why the activity was useful for them and how it could be useful to future teachers and Primary Education students. The measurement instrument was a survey by Chrobak and Prieto (2010), adapted to the evaluated contents. Questions and collected answers regarding how the didactic sequence could be useful for future teachers and Primary Education students are provided as supplementary online material

([https://drive.google.com/file/d/1W1q7nc9QPxEs5Us5gvxX-YdcJV2V6-](https://drive.google.com/file/d/1W1q7nc9QPxEs5Us5gvxX-YdcJV2V6-eD/view?usp=sharing)

[eD/view?usp=sharing](https://drive.google.com/file/d/1W1q7nc9QPxEs5Us5gvxX-YdcJV2V6-eD/view?usp=sharing)). Dichotomous questions (yes-no) were proposed to students.

Reliability was calculated through the Kuder-Richardson coefficient. The resulting average value of this coefficient was 0.717, which would correspond to an acceptable correlation. Number of items, as well as the number of participants (N=162) are high; then it is considered positive to such reliability results. Per years, the items related to both questions (how the didactic sequence could be useful to future teachers and Primary school students) reach average values above 0.7. Reliability during the 19-20

academic course is especially high, the Kuder-Richardson coefficient reaching an average value of 0.981.

Secondly, for the question Why was the didactic proposal useful for you? (ordinal-variables answer question), pre-service teachers had to choose 3 reasons and to sequence them by importance (from 1 to 3), from among 13 possibilities (reason 1, R1, to reason 13, R13):

- Because of the interest of worked contents (R1)
- To understand classroom methodologies (R2)
- To choose classroom questions (R3)
- To improve academic procedures (R4)
- To improve teachers' knowledge (R5)
- To learn easy methodologies (R6)
- To work in a transversal way (R7)
- To pass the course (R8)
- Because it is funny (R9)
- To improve job perspectives (R10)
- If the activity is online, it will be more versatile and useful (R11)
- Because of the use of state-of-the art tools (R12)
- It makes it easier to establish a relationship between theory and practice (R13)

Reliability was calculated through the Spearman-Brown coefficient (Barrios & Cosculluela, 2013). The resulting coefficient was 0.75, which would correspond to a high positive correlation.

Finally, students gave their opinion about the applied inquiry sequence and also about the web resource. They propose some improvements that gave added value for a better implementation of the proposal in the future.

## **Results**

With the aim of clarifying the results obtained, data on participation, together with a summary of students motivations and learning outcomes with final evaluation main results and the opinion of pre-service teachers are included in this section. Neither personal data nor identifiable information are included. Participant data has been anonymized without distorting results. Collected answers are provided as supplementary data (Tables A to C in the Supplementary online material).

Table 3 summarized the % of matriculated students who participated in the activity.

[Insert Table 3].

Answers given by students are included here. They proposed obviousness and questions about the remains found, and opinion on why the applied methodology results are useful to future teachers and pupils. Figures summarized the % of students who proposed them among all students who participated in the activity throughout the three academic courses (represented in the X axis). Preliminar results in this regard were presented in Carrasquer and Ponz (2021). A series of figures that compile them are included below. Figure 2 summarizes obviousness proposed by students about remains found. Figure 3 summarizes questions formulated by students about remains found. Figure 4 summarizes students' proposals to answer previous formulated questions.

[Insert Figure 2].

[Insert Figure 3].

[Insert Figure 4].

Students mostly agreed to open the remains to answer formulated questions. Once they were opened, new obviousness were proposed. Figure 5 summarizes obviousness about which kind of organism delivered the remains. Figure 6 summarizes evidences about their content.

[Insert Figure 5].

[Insert Figure 6].

Table 4 summarized the % of matriculated students who agree with implemented methodology and some recommendations regarding to increase group or individual work.

[Insert Table 4].

Figure 7 summarizes answers for the question Why was the didactic proposal useful for you?. The total % of the students who chose each of the reasons (Reason 1, R1 to Reason 13, R13), as 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> options, respectively. Light grey represents first option, black represents second option, dark grey represents third option.

[Insert Figure 7].

Data are provided in Table A as supplementary online material:

<https://drive.google.com/file/d/1W1q7nc9QPxEs5Us5gvxX-YdcJV2V6-eD/view?usp=sharing>.

Students mainly considered that the activity made it easier for them to establish a relationship between theory and practice (21% chose it as first option), and it helps to understand how to develop scientific methodology in classrooms as well (20% chose it as first option). Only 1% of the students considered the activity interesting because of the use of state-of-the-art tools.

Opinions about why the applied methodology results are useful to future teachers and pupils are developed next. Collected data is available in Tables B and C as supplementary online material

(<https://drive.google.com/file/d/1W1q7nc9QPxEs5Us5gvxX-YdcJV2V6-eD/view?usp=sharing>). Students agreed that applied methodology helped them to be aware of their responsibility in their own learning, to actively construct their own knowledge, and to understand what an ecosystem is as well. Almost all the students conclude that the methodology helped them to be aware of their knowledge deficiencies, and to learn bioecological contents (98%). They also agreed that it fosters creativity (96%) as well as the development of students' own ideas about environment conservation and in the implementation of scientific procedures (94%). They also considered that the activity helped them to understand the meaning and utility of obviousness in sciences (91%) and to understand scientific methodology, to work in groups, in an integrated and interdisciplinary way, by evaluation of a research problem (88%); also to be aware of their cognitive abilities, and to developed their own knowledge. The 83% considered that developed methodology fosters the development of knowledge and evaluation abilities; and it helps them to understand how scientific theories generate knowledge. To develop learning commitment and interpersonal skills were considered by 61% of the students.

Together with this, 94% of students agree with the idea that the developed experience fosters active learning, formative evaluation and responsibility in students. Most of them, 91%, considered active methodologies better than teacher-centred sessions. The students considered the resolution of problems in the teaching-learning process important (89%) together with an adequate transposition of learning objectives to pupils (83%). Interdisciplinarity, problem-based learning and feedback in the teaching-learning process between teachers and pupils were considered by 79% of students.

It is interesting to summarize some positive comments of students in regard to the inquiry sequence. Students agreed that the inquiry sequence “*makes it possible to work individually and also in groups*”, “*it encourages cooperation, dialogue and opinion*”, “*it makes easier to learn concepts and to apply theory to practice from an early-age*”, “*it fosters autonomous work and construction of own knowledge*”. In relation to the web resource, a large part of the students considered it “*correct and*

*useful as an educational resource*” to “*establish knowledge with an adequate transposition at an early age through the use of web resources*”. However, the opinion of the students has been taken into account to continue developing it and improving the design of the activities, the better generation of reports and the higher diversity of materials provided online.

Average grade in the exam questions was 2.7 out of 5.0. Figure 8 summarizes the global average grade of students and the average grade in those questions related to the barn owl pellets activity, for each of the three academic courses. The average grade in the academic course 2019-20 was the highest. Students obtained an average grade 0.5 points higher in questions related to the activity carried out compared to the average grade in the exam.

[Insert Figure 8].

### **Discussion of results**

The final evaluation results show that future teachers actively constructed their own knowledge, and they were able to understand the meaning of ecosystem (Figure 8). This included the construction of analogies between human anatomy and physiology and between owls and their prey, as well as discussing the use and application of objects for working scientifically in everyday situations in the teaching-learning process from an early age, as Tomkins and Tunnicliffe (2007) recommended. This also agrees with the conclusions of Lederman (2018). The experience helped students to work in groups, in an integrated and interdisciplinary way, through evaluation of a research problem. It fostered their cognitive abilities as well as the development of knowledge and evaluation abilities (Tables B and C). The questions proposed by most of the students were interesting and pretty accurate (Figure 3). They considered that an animal

delivered the remains, which animal and when the delivery occurred were the questions most frequently formulated by students. To answer the formulated questions, the proposal chosen by most of the students was to open the barn owl pellets, which then helped to improve on their initial obviousness and fostered the learning of science procedures by students (Figure 4). Once they opened the remains, most of them agreed with the idea that a carnivorous animal, probably a bird that ate rodents (mice or similar) delivered the remains (Figures 5 and 6). Nevertheless, the results also show that the concepts of trophic networks and matter and energy exchange in ecosystems were not easy for students (Figure 8). The conclusions of Schiller and Melin (2011) agree with such an idea. However, despite these difficulties encountered, evaluation results showed that the proposal helped students to understand the definition of ecosystem, taking into account the flows of energy and cycles of matter (Chi et al., 2014), as well as being useful for environmental education purposes. In the future, special importance will be given to the elaboration of trophic networks, models of energy transfer, inter and intraspecific relationships and trying to overcome learning problems the fragility of ecosystems and the very complex concept of a diet.

In relation to the appropriateness of the activity in practice when teaching primary school aged children, students were able to carry out identification procedures as well to include them in science classroom proposals. In this respect, trainee teachers made a connection between formal ecology instruction and daily life activities. It confirms the findings of Gill and Vaux (2018) and Wyner and Blatt (2019). The results outlined above show that carrying out this experiment allowed Primary Education teachers in training to be taught about the meaning of scientific activity and how to implement it by using barn owl pellets, through the management of empirical information and evidence that stimulates research (Akerson et al., 2014). Most of them

proposed interesting initial obviousness about physical aspects of barn owl pellets (colour, texture) and the placement where they were found (Figure 2). It was already mentioned that problems due to the possible transmission of diseases were minimized by introducing barn owl pellets in hydrogen peroxide before its manipulation and dissection. On the other hand, the afore mentioned web resource minimizes the possible damage that the massive collection of natural pellets can cause to the birds themselves due to discomfort along the breeding season or due to excessive contact with people. Students understood that, if this activity is transferred with the corresponding didactic transposition and learning objectives adapted to the classroom and its level, its importance in obtaining information for the elaboration of food webs and the fact that it has been achieved by the learners themselves, is maintained. The identification of species, its quantification, over time, group work, or the discussion based on the data obtained from social problems proposed in the afore mentioned web resource, are relevant mandatory contents in teaching curricula (Rosa & Martínez-Aznar, 2019). The relevance of the information obtained, how it was reached and the assessment of the use of evidence for subsequent arguments together with how this information is used later are key issues to consider in classroom proposals (Bravo & Aleixandre, 2014).

### **Final comments and conclusions**

In the last three decades, raptor pellets have been used as a resource for learning Didactics of Experimental Sciences in teaching studies in some education faculties of Aragón (Spain). Evolution in these applied methods can be summarized by considering that initially students used raptor pellets as a motivating learning resource towards acquiring scientific methodology. Taking into consideration the theoretical framework outlined above, the design of the experience developed included the initiation of students not only into scientific activity but also into information and communication

technologies. It is carried out by observation and identification of living beings, and the relationship between them and the environment to encourage them to ask questions, as well as to discuss the use and application of objects for working scientifically in everyday situations.

To answer the research question set out at the beginning of this paper, it can be concluded that the activity taught future teachers to apply inquiry approaches, by argumentation and evidence analysis, as Kamarainen et al. (2021) recommended. However, they needed some initial guidelines, fostering hybrid speech practice by using colloquial language as scaffolds for academic learning contexts as was recommended by Kamberelis and Wehunt (2012). This will be taken into special consideration in the future. Developments in the proposal have to be considered as well. In the future, special importance will be given to the improvements in the web resource, the elaboration of trophic networks, as well as model of energy transfer and inter and intraspecific relationships.

Students agree that the applied methodology proved excellent in helping them to detect their own knowledge deficiencies, in learning bioecological contents, carrying out scientific procedures, and developing their own ideas on environment conservation by constructing links between living beings and the environment. Students found a relationship between the work of scientists and the work they had carried out. Applied methodology made it easier for them to establish a relationship between theory and practice, and helped them to understand how to develop scientific methodology in classrooms at an early age. The construction of links with living beings (habitat, anatomy, behaviour and functional aspects) and the environment will make it easier for students to discover and respect the environment around us, and thus increase their level

of environmental literacy and take this into consideration in the future, when they work as teachers.

**Table 1.** Sequence of activities.

<b>Sequence of activities</b>	<b>Inquiry step goals</b>
Look what I found on a trip to the natural environment close to our Faculty. [Natural barn-owl pellets are shown to the students]. What do you think they are? Which questions do you have about them? How could you know which characteristics the ecosystem in which I found them has?	Contextualization. Questions to be solved by students. To promote students' ideas.
What can we do to solve our questions?	Experimental designs, search of evidence (not empirical data) and explanations
What do we know about them? What can we affirm from our evidence?	Students' ideas to answer their questions.
They are pellets. They are raptor remains [visual information from the web resource is presented to students; videos, images]. What raptor do they come from? Let's dissect and identify them by checking their content [real dissection is complemented with virtual examples and dichotomous keys in the web resource; tutoring on the web resource is previously given to students]. What is it possible to affirm now?	Empirical data analysis, interpretation, classification, identification.
How do you think the dissection of raptor pellets can help us to know about ecosystems? What do you think now about the characteristics of the ecosystem in which I found them? Let's try to make a reconstruction of the ecosystem (including trophic networks) [information documents and examples of ecosystems are available in the web resource].	Hypothesis reformulation; return to initial question: review explanations
How can raptor pellets help scientists to solve real problems? Do you think it is a useful didactic tool to learn science? Do you find any limitation to its application?	Examples of real problems, to use scientific knowledge to give explanations, ideas review, recapitulation.

**Table 2.** Questions and contents (by academic course).

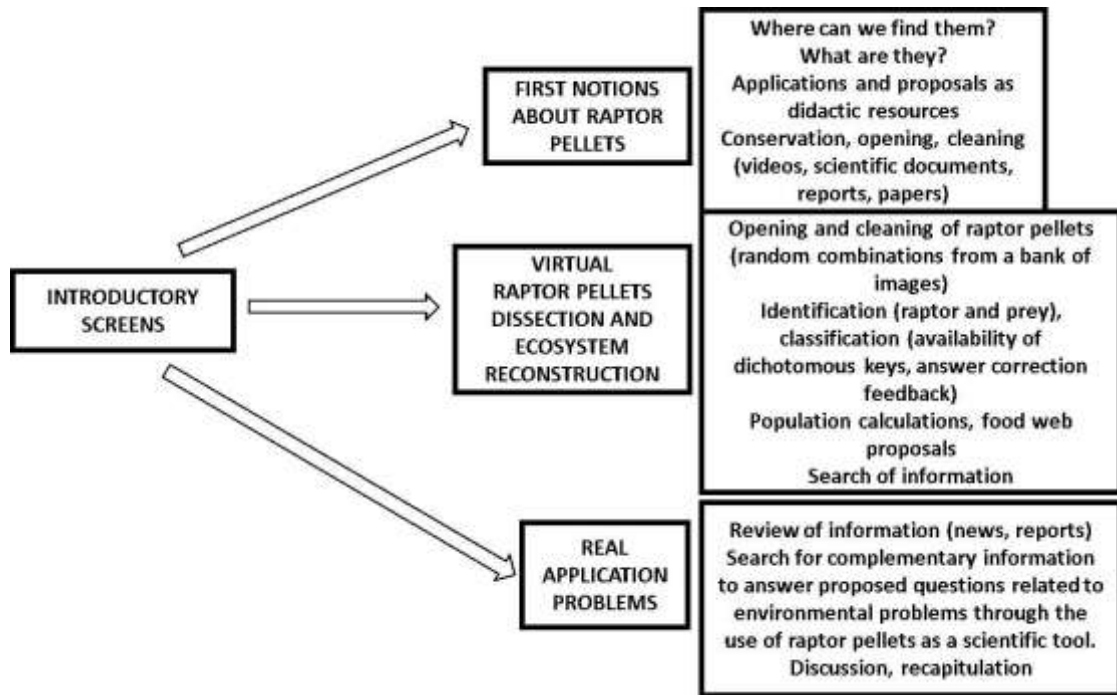
<b>Question</b>	<b>Contents, a. course 18-19</b>	<b>Contents, a.courses 19-20 and 20-21</b>
1	Barn owl diet	Dichotomous keys (design and use)
2	Food chains and food webs	Food chain and food webs
3	Food chains and food webs	Energy flow and matter cycle
4	Use of barn owl pellets	Population calculation
5	Energy flow and matter cycle	Use of barn owl pellets
6	Energy Flow and matter cycle	Barn owl diet
7	Population calculation	Animals diet
8		Dichotomous keys (use) (20-21)
9		Animals diet (20-21)

**Table 3.** Participation (% of students).

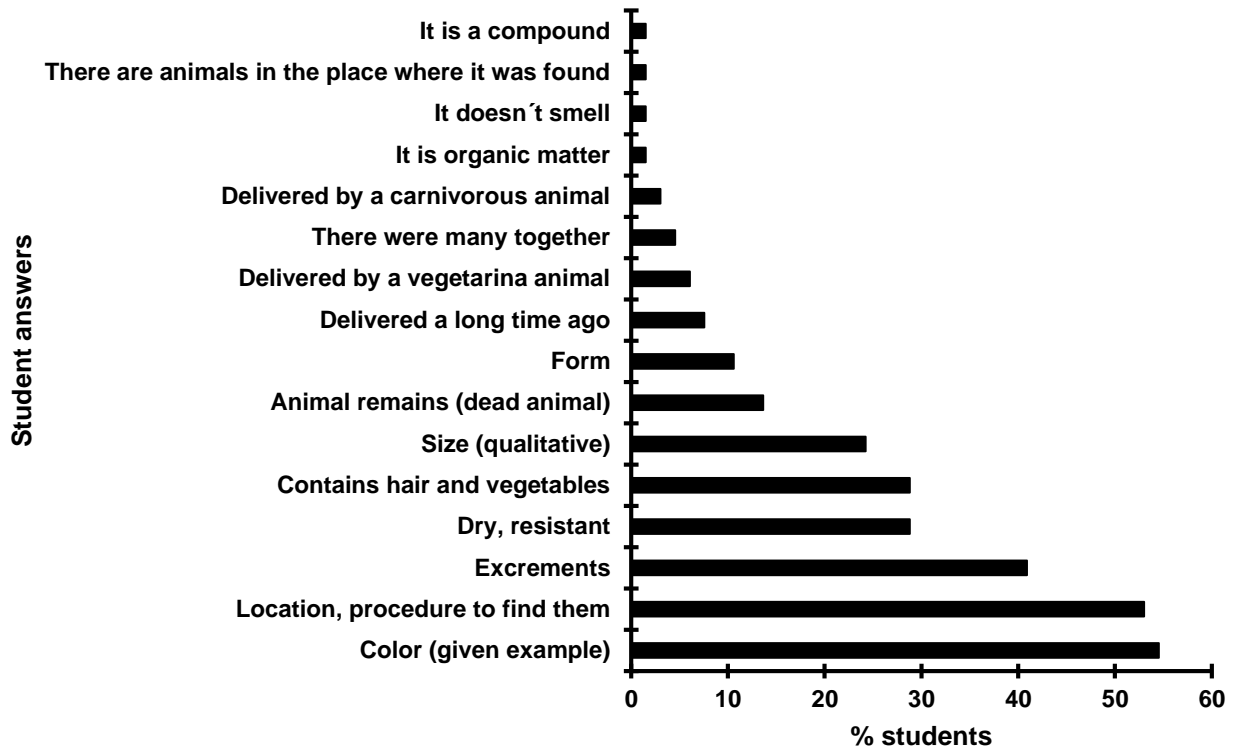
<b>Academic course</b>	<b>Participation in the activity</b>
<b>2018-19</b>	57
<b>2019-20</b>	94
<b>2020-21</b>	56
<b>TOTAL (average, by sex)</b>	66

**Table 4.** General opinion (% of students).

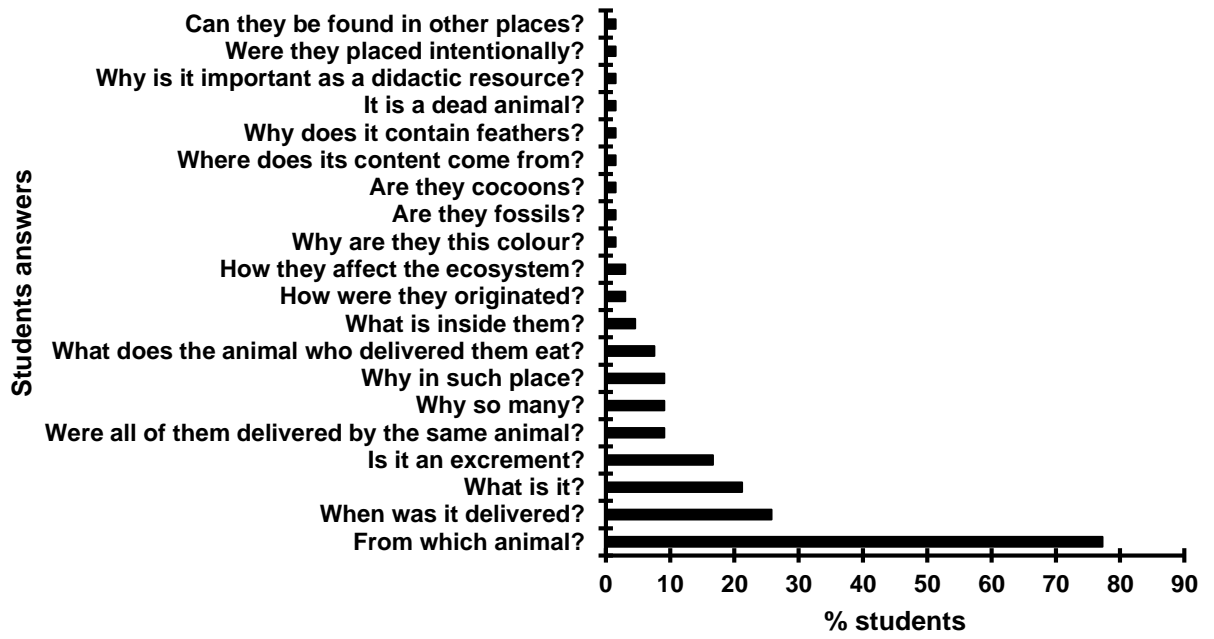
<b>Academic course</b>	<b>Agree with implemented methodology</b>	<b>To increase group work</b>	<b>To increase individ. work</b>
<b>2018-19</b>	100	40	21
<b>2019-20</b>	90	84	39
<b>2020-21</b>	98	76	43
<b>TOTAL (average, by sex)</b>	98% of women; 98 % of men	71% of women; 65 % of men	39% of women; 31 % of men



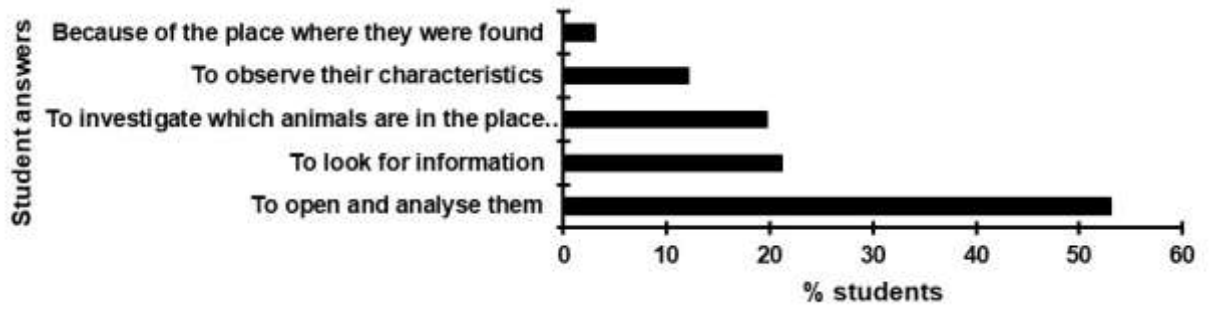
**Figure 1.** Website map.



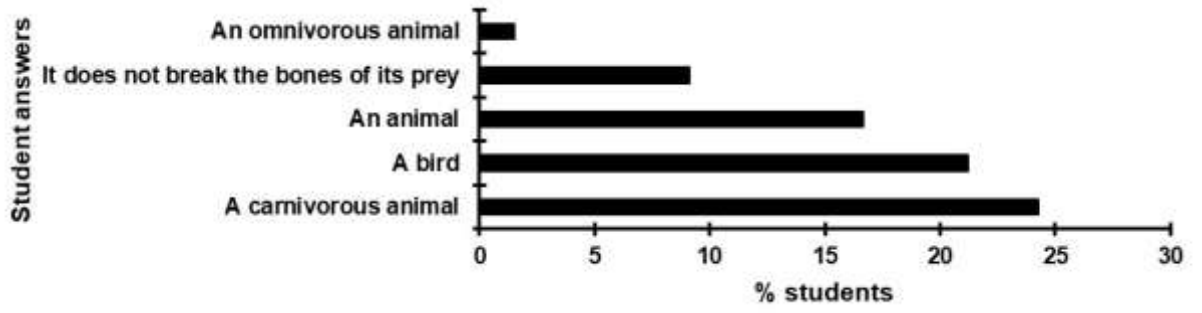
**Figure 2.** Obviousness about remains found.



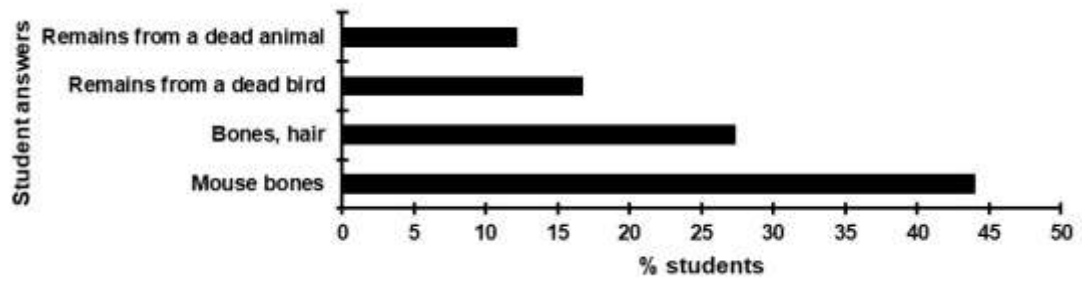
**Figure 3.** Questions formulated by students about remains found.



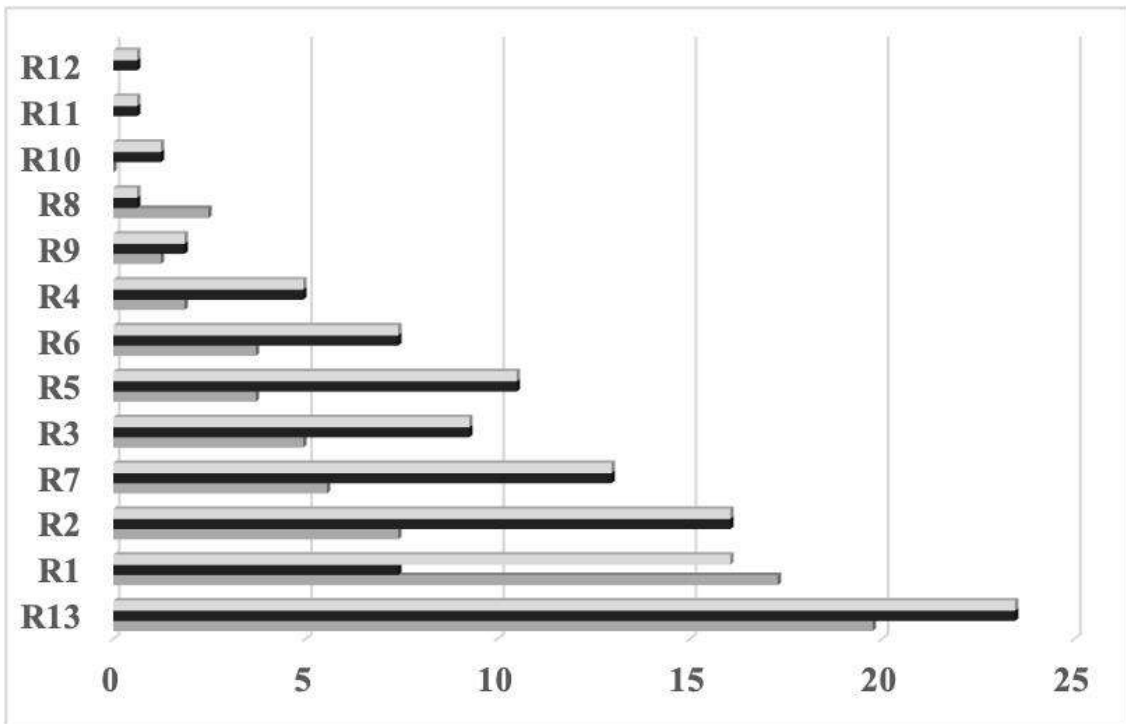
**Figure 4.** Proposals to answer previous formulated questions.



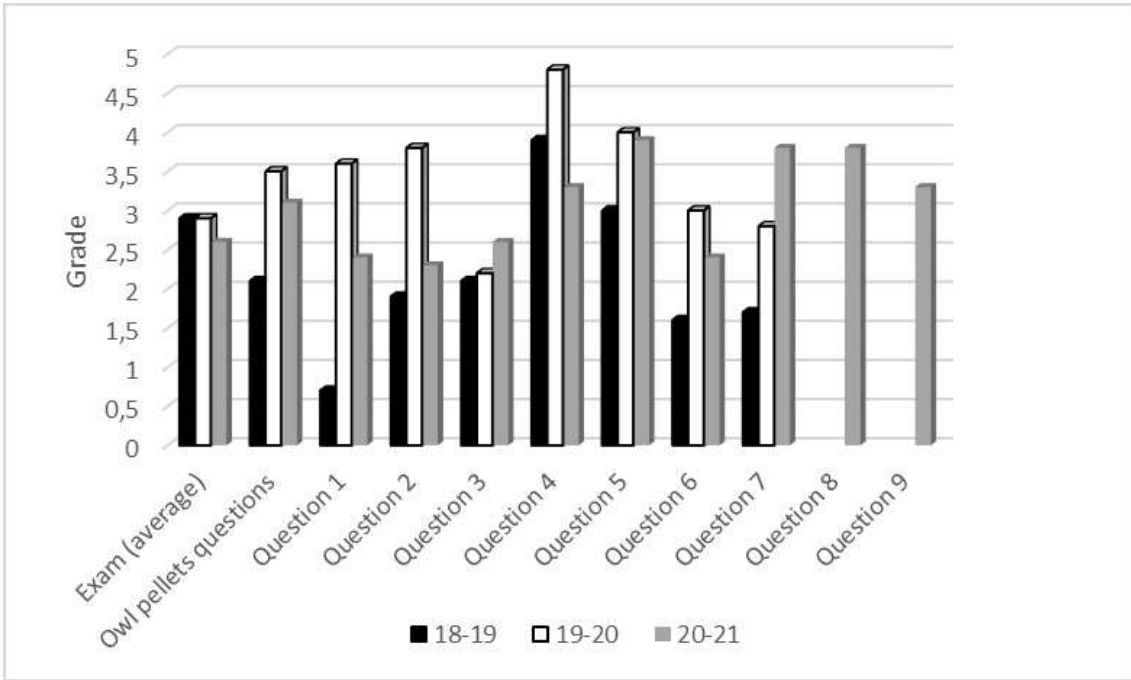
**Figure 5.** Obviousness about which kind of organism delivered them.



**Figure 6.** Evidences about the content inside the remains.



**Figure 7.** Reasons why the activity was useful for the participants



**Figure 8.** Average grades for the three academic courses.

## **Formación del profesorado mediante egagrópilas de rapaces desde una perspectiva innovadora**

Las aves rapaces son capaces de capturar una gran diversidad de presas, desde insectos a pequeños vertebrados como anfibios, reptiles, mamíferos, peces y otras aves. Su dieta se refleja en el contenido de las egagrópilas que producen. Estas egagrópilas son bolas compactas regurgitadas que contienen restos de alimentos no digeridos, como huesos, dientes, pelo y otras partes de la presa. Dichas egagrópilas pueden encontrarse en los parques y jardines de entornos urbanos y constituyen la herramienta perfecta para formular preguntas e hipótesis, exponer evidencias y encontrar evidencias para explicar hechos en relación con las características de los ecosistemas y entre los alimentos. Así, se incentiva el desarrollo de competencias a medida que los estudiantes responden a las preguntas planteadas, con mediación y un tipo de ayuda incrementalmente explícita (Poehner & Lantolf, 2010). No cabe duda de que las egagrópilas constituyen un elemento desconocido, con el que los estudiantes no están familiarizados y se sienten inseguros sobre cómo manejarlas. Por tanto, el docente debe guiar la propuesta didáctica, reduciendo la incertidumbre de los estudiantes e incrementando su motivación. Los niveles de ayuda, hasta alcanzar la autonomía de los estudiantes, pasará por formular preguntas y dudas generales, sugerir cómo resolver esas dudas indicando métodos y materiales específicos e incluso realizando demostraciones (Wood, 1998).

En este artículo se describe un estudio de caso realizado con estudiantes universitarios de tercer curso de Educación Primaria. El estudio presenta a modo de innovación el diseño e implementación de una secuencia didáctica mediante la indagación que combina la disección de egagrópilas naturales de rapaces y el uso de un nuevo recurso web. La finalidad es trabajar con los futuros docentes sobre la diferencia entre la recolección de datos y la recolección de evidencia para poder responder a sus

propias preguntas sobre las egagrópilas. La secuencia descrita también aborda el estudio de contenidos didácticos específicos de las ciencias naturales. El objetivo es que los estudiantes sean capaces de identificar la dieta de la lechuza común y las características de su ecosistema.

Las preguntas de investigación son las siguientes: *¿En qué medida resulta útil como herramienta didáctica para futuros docentes combinar las egagrópilas naturales con nuevos recursos pedagógicos en línea adaptados aplicando un enfoque investigativo? ¿En qué medida es efectiva esta propuesta para la adquisición de conocimientos de los estudiantes? ¿Cuál es el impacto de esta propuesta en la percepción de los futuros docentes sobre la utilidad de la actividad para ellos y cómo podría ser de utilidad en las aulas de Educación Primaria?*

### **Marco conceptual**

Décadas atrás, los estudios en el campo del aprendizaje y el desarrollo intelectual de los escolares (Vygotsky, 1984) revelaron que los conceptos científicos adquiridos mediante la enseñanza formal tienen una base de operaciones, conocimientos y conceptos adquiridos en espacios de interacción informales. En este sentido, cada acontecimiento relacionado con el entorno natural que nos rodea se basa en el conocimiento de la ecología. En la actualidad, es importante salir a la naturaleza desde una edad muy temprana a contemplar a los seres vivos para comprender mejor su funcionamiento y la necesidad de su conservación. Es fácil observar y admirar las plantas; sin embargo, es mucho más difícil observar los animales de nuestro entorno, especialmente los nocturnos o crepusculares. No obstante, estos revelan su presencia a través de huellas, excrementos y otro tipo de señales. Cuando los observamos e interpretamos, estos nos pueden decir mucho sobre el estilo de vida del animal. Pueden resultar especialmente

útiles en el ámbito forestal y agrícola, para identificar qué especies están dañando las cosechas, o la vegetación, y tomar las medidas necesarias.

Desde la perspectiva sociocultural, propuesta por Kozulin (1998), la situación pedagógica debe ser diseñada adecuadamente para facilitar la asistencia necesaria para que el estudiante adquiera competencias y funciones cognitivas como vocabulario, ciertas operaciones básicas y un razonamiento reflexivo. También es esencial en el proceso de enseñanza y aprendizaje utilizar recursos y modelos gráficos. En este sentido, la reconstrucción de un ecosistema a partir de los restos de egagrópilas es una actividad apropiada para aprender conceptos ecológicos. Y la integración de los modelos de desarrollo y el uso de herramientas tecnológicas es un componente fundamental (Jiménez-Becerra & Segovia-Cifuentes, 2020; López-Neira et al., 2020).

El valor pedagógico de las experiencias prácticas con las egagrópilas de rapaces ha sido ampliamente demostrado. Cabe mencionar en particular la observación, manipulación, identificación y clasificación de los contenidos de las egagrópilas (Lederman, 2018; Wilson, 1997), la reconstrucción de los ecosistemas (Chi et al., 2014; Tunnicliffe & Reiss, 1999) y la educación medioambiental (Tomkins & Tunnicliffe, 2007). Se han llevado a cabo propuestas de manipulación de egagrópilas de rapaces tanto con escolares (Ansberry & Morgan, 2010; Kamberelis & Wehunt, 2012; Schiller & Melin, 2011) como con futuros docentes en formación (Gill & Vaux, 2018). No obstante, el enfoque de aprendizaje científico a través de la investigación plantea dificultades significativas tanto para el profesorado como para el alumnado (Yebra et al., 2019), como la dificultad o repetitividad de algunas prácticas científicas. Es necesario tener en cuenta aspectos clave de la práctica científica real (según las características de las Ciencias Naturales) como la búsqueda de indicios que se transformen en evidencia (Akerson et al., 2010, 2014). Sin embargo, es algo que suele

pasarse por alto en el diseño de secuencias didácticas basadas en la investigación (Jiménez-Liso et al., 2020). También merece la pena mencionar que los procesos interactivos y visuales (Cremin et al., 2015), así como el enfoque investigativo en la enseñanza de contenidos bioecológicos, ha demostrado su eficacia en los primeros años del aprendizaje científico. En este sentido, los futuros docentes consideraron que era un enfoque eficaz para su propio aprendizaje (Hiltunen et al., 2020; Kamarainen et al., 2021). El estudio de estos restos también ostenta un reconocido valor bioecológico por su efectividad para llevar a cabo estudios moleculares, biogeográficos y ecológicos, inclusive la gestión y variabilidad de los recursos alimenticios, estudios de población y estudios anatómicos de las presas (Villanúa et al., 2021).

### **Justificación y enfoque general de la investigación**

Se inició el estudio de caso diseñando e implementando una intervención en la que se utilizaron egagrópilas naturales y nuevos recursos digitales con un grupo de docentes de Educación Primaria en formación. Por tanto, se llevó a cabo un análisis de la eficacia de la intervención en el aprendizaje de los participantes. En esta sección se describen los problemas y objetivos del estudio.

El estudio fue motivado por ciertas circunstancias que requieren más información y merecen mayor interés pedagógico. En primer lugar, merece la pena subrayar un elemento característico de la metodología de investigación que suele pasarse por alto en el diseño de este tipo de secuencia didáctica, y es la búsqueda de pruebas a partir de los datos para establecer la validez de sus afirmaciones, incluyendo el diseño de experimentos, obtención de datos, análisis de los datos para transformarlos en evidencia, extracción de conclusiones y su divulgación, etc. (Jiménez-Liso et al., 2020). También incluye la expresión y discusión de las ideas personales y la resolución

de problemas relacionados con fenómenos naturales y cuya solución puede ser verificada, así como la contextualización de contenidos para trabajar con problemas auténticos. Estos son los elementos fundamentales del enfoque investigador que se tuvieron en cuenta en esta propuesta.

Asimismo, respecto a los contenidos específicos de Ciencias Naturales, se observó que los futuros docentes de Educación Primaria desconocían el concepto de red alimentaria (Caño, 2019). Diversos investigadores (García-Rodeja et al., 2020; Hernández & González, 2021; Wyner & Blatt, 2019) han abordado dificultades de aprendizaje tales como los patrones de razonamiento necesarios para comprender el funcionamiento de los sistemas naturales.

Por último, se destaca la importancia de utilizar un nuevo recurso en línea. En Internet existen decenas de actividades o talleres centrados en la educación ambiental y en la enseñanza de la ecología durante las distintas etapas de la educación obligatoria utilizando egagróvilas, recursos desarrollados en países como Estados Unidos, Canadá, Finlandia y España. No obstante, la mayoría de las actividades se centran en identificar el contenido de las egagróvilas, analizando la dieta de algunas aves de presa e introduciendo algunos elementos de historia natural, biología y ecología para fomentar el conocimiento ambiental de los estudiantes (Jaramillo, 2020). Por tanto, se diseñó un nuevo recurso en línea (<https://egagropilas.unizar.es/>) para su incorporación en la secuencia didáctica.

A partir de estas experiencias, se consideró necesario proponer nuevas situaciones de aprendizaje para que los futuros docentes, desde el enfoque metodológico de la investigación, alcanzasen un aprendizaje significativo del contenido funcional que les permitiese comprender la complejidad de los sistemas. Se ponen de relieve contenidos relacionados con el flujo de energía, el ciclo de la materia y las redes

tróficas. También es necesario introducir un aprendizaje actitudinal y alcanzar las competencias necesarias para la discusión y los debates sobre problemas reales de nuestra sociedad. Se analizó la efectividad de la intervención en el aprendizaje adquirido por los participantes, así como su autopercepción en torno a su aprendizaje y la importancia de la secuencia propuesta en su formación como futuros docentes. Se tuvieron en cuenta distintos tipos de aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal.

Se llevó a cabo un análisis del aprendizaje conceptual significativo de los contenidos funcionales por parte de los futuros docentes, desde el enfoque metodológico de la indagación, para tratar de comprender la complejidad de los sistemas. Los objetivos pretendidos eran:

- Contribuir a la adquisición de los conceptos *cadena alimenticia* y *red alimentaria* por parte de los futuros docentes.
- Contribuir a la comprensión del funcionamiento de los sistemas naturales, el ciclo de la materia y el flujo de energía identificando la dieta de la lechuga común y las características del ecosistema en el que habita.

La atención se centró en el método y las herramientas de aprendizaje. En la propuesta se tuvieron en cuenta, por un lado, los elementos esenciales del enfoque investigativo. Por otro lado, con el nuevo recurso en línea se pretendía facilitar el uso y disección de las egagrópilas mediante el uso de materiales y explicaciones virtuales.

Así pues, un grupo de futuros docentes de Educación Primaria, matriculados en la asignatura “Didáctica del entorno biogeográfico” en una Facultad de Educación en Aragón participaron en un programa de prácticas didácticas basadas en la investigación

durante tres cursos consecutivos. En las secciones siguientes se presentan el diseño de la investigación, los datos obtenidos, su análisis y resultados.

## **Diseño y metodología de la investigación**

### **Participantes, materiales y herramientas**

Un grupo de 162 futuros docentes de Educación Primaria matriculados en la asignatura “Didáctica del medio biológico y geológico” en una Facultad de Educación de Aragón, participaron en un programa de prácticas basado en la investigación, de dos meses de duración, durante tres cursos académicos consecutivos (de septiembre de 2018 a junio de 2021).

Por lo que respecta a las herramientas utilizadas, por un lado, la experiencia implicaba la manipulación de egagrópilas naturales de la lechuza común. Se minimizaron los problemas potenciales causados por la posible transmisión de enfermedades durante la manipulación de las egagrópilas introduciéndolos en peróxido de hidrógeno antes de manipularlos. Por otro lado, se incorporó al programa propuesto el recurso web antes mencionado (<https://egagropilas.unizar.es/>). Esta herramienta hace posible realizar la misma actividad que con materiales reales, en distinta profundidad, mediante una aplicación de TI para aplicar los mismos procedimientos que se llevan a cabo con materiales naturales, pero con mayor facilidad de acceso, favoreciendo así la optimización de los materiales, los tiempos de enseñanza, el propio aprendizaje y la evaluación de los contenidos. Desde el punto de vista de la experiencia del usuario, existen dos tipos de acceso: acceso libre y acceso del estudiante (introduciendo un usuario y clave). El acceso libre permite acceder a diversos materiales (documentos, vídeos e imágenes) diseñados por los investigadores. En las secciones de limpieza virtual del pellet, se generan aleatoriamente identificaciones de huesos/cráneos a partir

de unas 150 combinaciones de imágenes. Si se accede a la aplicación a través de una cuenta de estudiante, se generan informes en formato *pdf* con los resultados, que se pueden descargar en la sección “Egagrópilas virtuales” y “Reconstrucción del ecosistema virtual”. Por último, se presentan problemas ambientales reales contextualizados. El recurso se desarrolló utilizando los lenguajes de programación del entorno cliente de HTML5, CSS3 y Jquery, PHP para el entorno del servidor. Contamos con una base de datos MySQL para guardar las cuentas de usuario y otros datos de configuración. También contamos con un *backend* privado para la gestión de usuarios, captación de datos, estadísticas, etc. Se ha hecho uso de un diseño adaptativo para adaptarse correctamente a la visualización en distintos dispositivos como ordenadores, teléfonos móviles o tabletas. En la secuencia de investigación que se resume en la siguiente sección se utilizaron ambas herramientas (las egagrópilas naturales y el nuevo recurso web). En la Figura 1 se muestra el mapa del recurso web.

[Insert Figura 1].

### **Procedimiento: secuencia de investigación didáctica y evaluación**

Los participantes completaron la secuencia didáctica que se describe en la Tabla 1, tanto en el laboratorio como en sus respectivos hogares, con sesiones de seguimiento semanales. Con el objetivo de reconstruir el entorno de caza de la lechuza común, los participantes aplicaron prácticas científicas reales (búsqueda de evidencias, análisis de datos) e identificaron los huesos utilizando claves dicotómicas (nombre, género taxonómico). Se identificaron roedores, insectívoros y aves, enriqueciendo la actividad sobre la diversidad de especies. Toda esta información se complementó con consultas bibliográficas y con los materiales disponibles a través del recurso web específico.

[Insert Tabla 1].

Durante todo el curso académico 2019-20, los participantes realizaron la actividad totalmente en casa debido a la obligación de confinamiento global (COVID-19). Comenzaron con una sesión introductoria, que incluía una explicación de las diversas formas de obtener las egagrópilas, mencionando el trabajo realizado por los estudiantes durante el curso académico anterior. Tras esta sesión introductoria, durante el mes de marzo se entregó un pellet (en persona, en el aula, o por correo al domicilio del estudiante) para desarrollar la actividad. Las lecciones y tutorías se realizaron por vídeo.

Por lo que respecta a la evaluación, la investigación realizada es de carácter exploratorio y descriptivo. Se obtuvo una muestra de conveniencia. La distribución de los estudiantes en función del sexo fue de 66% mujeres, 34% hombre (47, 61 y 54 estudiantes cada curso académico, respectivamente).

Se evaluó la efectividad de la secuencia didáctica en el aprendizaje conceptual adquirido por los participantes a través de sus informes individuales. También se evaluaron sus conocimientos en el examen final sobre una escala de 1 a 5 puntos. Las preguntas (de respuesta abierta) incluidas en el examen abordaron los siguientes contenidos:

- Claves dicotómicas (diseño y uso).
- Propuesta de actividades con egagrópilas de lechuza común como recurso didáctico.
- Ecosistema, ciclo de la materia y flujo de energía (definición, dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje, claves dicotómicas, cálculo de población animal).

En la Tabla 2 se resumen las relaciones entre las preguntas y los contenidos.

[Insert Tabla 2].

El segundo objetivo era evaluar el efecto de la propuesta según la autopercepción de los futuros docentes sobre las razones por las que la actividad les había resultado útil y cómo podría ser de utilidad para los futuros docentes de Educación Primaria y sus alumnos. El instrumento utilizado fue un cuestionario desarrollado por Chrobak y Prieto (2010), adaptado a los contenidos evaluados. En el material suplementario en línea (<https://drive.google.com/file/d/1W1q7nc9QPxEs5Us5gvxX-YdcJV2V6-eD/view?usp=sharing>) se facilitan las preguntas y las respuestas obtenidas sobre la utilidad de la secuencia didáctica para los futuros docentes de Educación Primaria. Las respuestas propuestas eran de tipo Sí/No. Se calculó la fiabilidad de la herramienta mediante el coeficiente de Kuder-Richardson. El valor medio obtenido para este coeficiente fue de .717, lo que indica una correlación aceptable. Tanto el número de ítems como el de participantes (N=162) era alto, lo que se considera positivo dados los resultados de fiabilidad obtenidos. En cada año, los ítems relacionados con ambas preguntas (utilidad de la secuencia didáctica para futuros docentes de Primaria y sus alumnos) alcanzaron valores medios superiores a .7. La fiabilidad durante el curso académico 19-20 es particularmente elevada, con un coeficiente de Kuder-Richardson que alcanzó el valor de .981.

En segundo lugar, para responder a la pregunta “¿Por qué ha sido útil para ti la propuesta didáctica?” (pregunta con respuesta en variables ordinales), los participantes tenían que elegir tres razones y ordenarlas por orden de importancia (de 1 a 3), de entre 13 posibilidades (razón 1, R1 a razón 13, R13):

- Por el interés de los contenidos trabajados (R1)
- Para comprender las metodologías de la clase (R2)

- Para seleccionar las preguntas en el aula (R3)
- Para mejorar los procedimientos académicos (R4)
- Para mejorar el conocimiento docente (R5)
- Para aprender metodologías fáciles (R6)
- Para trabajar de forma transversal (R7)
- Para aprobar el curso (R8)
- Porque es divertido (R9)
- Para mejorar las perspectivas laborales (R10)
- Si la actividad es en línea, será más versátil y útil (R11)
- Por el uso de herramientas punteras (R12)
- Hace más fácil establecer una relación entre teoría y práctica (R13)

Se calculó la fiabilidad mediante el coeficiente de Spearman-Brown (Barrios & Cosculluela, 2013). El coeficiente resultante fue de .75, que corresponde a una elevada correlación positiva.

Por último, los participantes dieron su opinión sobre la secuencia de investigación aplicada y también sobre el recurso web. Propusieron algunas mejoras que supusieron un valor añadido para una mejor implementación de la propuesta en el futuro.

## **Resultados**

Con el objeto de esclarecer los resultados obtenidos, en esta sección se incluyen los datos de participación, así como un resumen de las motivaciones de los estudiantes y sus resultados de aprendizaje, con los resultados principales de la evaluación final y sus opiniones. No se incluyen datos personales ni otra información identificable sobre los participantes. Todos los datos han sido anonimizados sin distorsionar los resultados. Las

respuestas obtenidas se incluyen como datos suplementarios (Tablas A a C en el material suplementario en línea).

En la Tabla 3 se resume el % de los estudiantes matriculados que participaron en la actividad.

[Insert Tabla 3].

En esta tabla se incluyen las respuestas facilitadas por los estudiantes. Sus propuestas incluyen observaciones y preguntas sobre los restos encontrados, así como sus opiniones sobre las razones por las que los resultados de la metodología aplicada son útiles para los futuros docentes y sus alumnos. Las cifras representan el % de participantes que las indicaron entre todos los estudiantes que participaron en la actividad durante los tres cursos académicos (representados en el eje X). Resultados preliminares al respecto fueron presentados en el trabajo de Carrasquer y Ponz (2021). A continuación se incluyen una serie de figuras que los recogen. La Figura 2 resume las evidencias propuestas por los participantes sobre los restos encontrados, mientras que la Figura 3 resume las preguntas formuladas sobre dichos restos. En la Figura 4 se resumen las propuestas de los estudiantes en respuesta a las preguntas previamente formuladas.

[Insert Figure 2]

[Insert Figure 3]

[Insert Figure 4]

La mayoría de los estudiantes se mostraron de acuerdo con abrir los restos para responder a las preguntas formuladas. Tras abrirlos, propusieron nuevas evidencias. En la Figura 5 se resumen las pruebas en torno a los tipos de organismo que revelan los restos. En la Figura 6 se resumen las evidencias sobre su contenido.

[Insert Figura 5].

[Insert Figura 6].

En la Tabla 4 se presentan los porcentajes de los estudiantes matriculados que accedieron a utilizar la metodología propuesta, así como algunas recomendaciones para incrementar el trabajo grupal o individual.

[Insert Tabla 4].

En la Figura 7 se resumen las respuestas a la pregunta “¿Por qué ha sido útil la propuesta didáctica para ti?” en términos del porcentaje total de estudiantes que seleccionaron cada una de las razones (R1 a R13) como primera, segunda o tercera opción, respectivamente. El gris claro representa la primera opción, el negro la segunda y el gris oscuro, la tercera.

[Insert Figura 7].

En la Tabla 1 se facilitan los datos como material suplementario en línea:

<https://drive.google.com/file/d/1W1q7nc9QPxEs5Us5gvxX-YdcJV2V6-eD/view?usp=sharing>.

El estudiantado consideró mayoritariamente que la actividad les facilitaba el establecimiento de relaciones entre teoría y práctica (21% de ellos lo seleccionaron como primera opción), y también les ayudó a comprender cómo desarrollar la metodología científica en el aula (20% lo seleccionaron como primera opción). Solo un 1% de los estudiantes consideraron la actividad interesante debido al uso de herramientas de vanguardia.

A continuación se desarrollan las opiniones sobre las razones por las que los participantes consideraron la metodología aplicada de utilidad para futuros docentes y sus alumnos. En las Tablas B y C del material en línea suplementario (<https://drive.google.com/file/d/1W1q7nc9QPxEs5Us5gvxX-YdcJV2V6-eD/view?usp=sharing>) se presentan los datos obtenidos. Los participantes indicaron que la metodología aplicada les ayudó a tomar conciencia de su responsabilidad en su propio aprendizaje y a construir de forma activa su propio conocimiento, además de comprender mejor qué es un ecosistema. Casi todos los estudiantes concluyeron que la metodología les ayudó a ser conscientes de carencias en sus conocimientos y a aprender

contenidos bioecológicos (98%). También acordaron que la actividad fomenta la creatividad (96%) y el desarrollo de sus propias ideas sobre la conservación del entorno y la aplicación de procedimientos científicos (94%). Asimismo, consideraron que la actividad les ayudó a comprender el significado y utilidad de la obiedad en las ciencias (91%), así como la metodología científica, y a trabajar en grupos de forma integrada e interdisciplinar, mediante la evaluación de un problema de investigación (88%). También mencionaron la toma de conciencia sobre sus propias habilidades cognitivas y el desarrollo de supropio conocimiento. El 83% de los participantes consideró que la metodología propuesta fomenta el desarrollo del conocimiento y las habilidades de evaluación, además de ayudarles a comprender cómo generan conocimiento las teorías científicas. El 61% de los participantes mencionó el desarrollo del compromiso con el aprendizaje y de las competencias interpersonales.

Asimismo, el 94% de los participantes se mostraron de acuerdo con la idea de que la experiencia desarrollada fomenta el aprendizaje activo, la evaluación formativa y la responsabilidad del alumnado. La mayoría de ellos (91%) consideraron mejores las metodologías activas que las sesiones centradas en el profesor. Los participantes consideraron que la resolución de problemas es un factor importante el proceso educativo (89%), así como la adecuada transposición de los objetivos de aprendizaje a los alumnos (83%). Otros factores como interdisciplinariedad, el aprendizaje basado en la resolución de problemas y el feedback entre profesores y alumnos fueron mencionados por un 79% de los participantes.

Merece la pena resumir algunos comentarios positivos de los participantes sobre la secuencia de investigación. Los estudiantes afirmaron que la secuencia *“hace posible trabajar tanto de forma individual como en grupos”*, *“fomenta la cooperación, el diálogo y la opinión”*, *“facilita el aprendizaje de conceptos la aplicación práctica de la teoría desde una edad temprana”*. *“fomenta el trabajo autónomo y la construcción del propio conocimiento”*. Por lo que respecta al recurso web, una gran parte de los participantes lo consideraron *“correcto y útil como recurso educativo”* para *“establecer el conocimiento con una transposición adecuada a una edad temprana mediante el uso de recursos web”*. Sin embargo, también hemos tenido en cuenta la opinión de los estudiantes para seguir desarrollando la actividad y mejorando el diseño de las actividades, la generación de informes y la diversidad de los materiales en línea.

La puntuación media en las preguntas de examen fue 2.7 de 5.0. En la Figura 8 se presenta un resumen de las puntuaciones medias globales y las puntuaciones medias en las preguntas relacionadas con la actividad de las egagrópilas de lechuza común en cada uno de los tres cursos académicos. La puntuación media del curso académico 2019-2020 fue la más elevada. Los participantes obtuvieron una puntuación media .5 puntos más alta en las preguntas relacionadas con la actividad en comparación con la puntuación media del examen.

[Insert Figura 8].

### **Discusión de los resultados**

Los resultados de la evaluación final revelan que los futuros docentes construyeron activamente su propio conocimiento y fueron capaces de comprender el significado de ecosistema (Figura 8). Esto implica la construcción de analogías entre la anatomía y fisiología humana y entre las lechuzas y sus presas, amén de discutir el uso y aplicación de objetos para trabajar de forma científica en situaciones cotidianas durante el proceso educativo desde una edad temprana, como recomiendan Tomkins y Tunnicliffe (2007). Estas conclusiones coinciden también con las obtenidas por Lederman (2018). La experiencia permitió a los participantes a trabajar en grupos, de forma integrada e interdisciplinar, mediante la evaluación de un problema de investigación. La actividad fomenta el desarrollo de sus habilidades cognitivas y conocimientos, así como de las competencias de evaluación (Tablas B y C). Las preguntas formuladas por la mayor parte de los estudiantes eran interesantes y bastante precisas (Figura 3). Consideraron que los restos los había producido un animal y las preguntas formuladas con mayor frecuencia serían qué animal en concreto y cuándo había ocurrido la deposición. Para responder a las preguntas formuladas, la propuesta seleccionada por la mayoría de ellos era abrir las egagrópilas de lechuza común, lo que ayudó a mejorar sus observaciones

iniciales y fomentó el aprendizaje de los procedimientos científicos (Figura 4). Tras abrir las egagrópilas, la mayoría de los participantes se mostraron de acuerdo en que se trataba de un animal carnívoro, probablemente un ave que se alimenta de pequeños roedores (ratones o similar) (Figuras 5 y 6). No obstante, los resultados también muestran que los participantes tenían dificultades con los conceptos de redes tróficas y de intercambio de materia y energía en los ecosistemas (Figura 8). Las conclusiones de Schiller y Melin (2011) coinciden con esta observación. Sin embargo, pese a las dificultades afrontadas, los resultados de la evaluación revelan que la actividad propuesta ayudó a los participantes a comprender la definición de ecosistema, teniendo en cuenta los flujos de energía y los ciclos de la materia (Chi et al., 2014), además de ser de utilidad para fines educativos. En el futuro se concederá especial atención a la elaboración de redes tróficas, modelos de transferencia de energía, relaciones inter e intraespecíficas y a tratar de superar los problemas de aprendizaje, la fragilidad de los ecosistemas y el complejo concepto de dieta.

Por lo que respecta a la adecuación de la actividad en la práctica docente con alumnos de Educación Primaria, los participantes fueron capaces de señalar procedimientos de identificación para incluirlos en propuestas de clases de ciencias. En este sentido, los futuros docentes establecieron la conexión entre enseñanza formal de ecología y actividades de la vida cotidiana. Esto corrobora los resultados de Gill y Vaux (2018) y de Wyner y Blatt (2019). Los resultados indicados en las líneas anteriores muestran que este experimento permitió a los futuros docentes de Educación Primaria recibir formación en torno a la significatividad de la actividad científica y a ponerla en práctica utilizando egagrópilas de lechuza común, mediante la gestión de la información empírica y evidencia que estimula la investigación (Akerson et al., 2014). La mayor parte de los participantes propusieron observaciones iniciales interesantes sobre los

aspectos físicos de las egagrópilas de lechuza común (color, textura) y la ubicación donde habían sido localizadas (Figura 2). Como ya hemos mencionado, se minimizó el problema de la posible transmisión de enfermedades introduciendo las egagrópilas en peróxido de hidrógeno antes de su manipulación y disección. Por otro lado, el recurso web utilizado minimiza los daños potenciales que la recolecta masiva de egagrópilas naturales podría causar a las propias aves debido a posibles molestias durante la época de cría o a un contacto excesivo con las personas. Los participantes comprendieron que, si se transfiere esta actividad con la correspondiente transposición didáctica y unos objetivos de aprendizaje adaptados a cada clase y nivel, se mantiene su relevancia en la obtención de información sobre la elaboración de redes alimenticias y el hecho de que sea completada por los propios alumnos. La identificación de las especies, su cuantificación en el tiempo, el trabajo de grupo o la discusión basada en los datos obtenidos a partir de problemas sociales propuestos en el recurso web constituyen contenidos obligatorios en el currículum docente (Rosa & Martínez-Aznar, 2019). La relevancia de la información obtenida, cómo se obtuvo y la evaluación del uso de evidencia para respaldar la argumentación, además de cómo se utiliza esta información después, son aspectos clave a tener en cuenta en las propuestas de intervención didáctica en las aulas (Bravo & Aleixandre, 2014).

### **Comentarios y conclusiones finales**

En las tres últimas décadas, se han utilizado egagrópilas de aves rapaces como recurso para el aprendizaje de la didáctica de las ciencias experimentales en los estudios pedagógicos de algunas facultades de la Comunidad de Aragón (España). La evolución de estos métodos aplicados puede resumirse teniendo en cuenta que los futuros docentes utilizaron inicialmente egagrópilas como recurso motivador del aprendizaje para la adquisición de la metodología científica. Teniendo en cuenta el marco teórico descrito

anteriormente, el diseño de la actividad desarrollada incluye la iniciación de los estudiantes, no solo en la actividad científica sino también en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. La actividad se desarrolla mediante la observación e identificación de seres vivos, así como la relación entre ellos y el entorno para motivarles a formular preguntas y a discutir el uso y la aplicación de objetos para trabajar de forma científica en situaciones cotidianas.

Para responder a las preguntas de investigación formuladas al principio de este artículo, podemos concluir que mediante esta actividad, los futuros docentes aprendieron a aplicar enfoques de investigación mediante la argumentación y el análisis de la evidencia, como recomiendan Kamarainen et al. (2021). Sin embargo, los participantes necesitaron algunas directrices iniciales, fomentando una práctica discursiva híbrida utilizando un lenguaje coloquial a modo de andamiaje en los contextos de aprendizaje académico como recomiendan Kamberelis y Wehunt (2012). En el futuro se habrá de prestar especial atención a este aspecto. También se han tenido en cuenta futuros desarrollos de la propuesta. En el futuro se concederá especial importancia a las mejoras del recurso web, a la elaboración de redes tróficas, al modelo de transferencia de energía y a las relaciones inter e intraespecíficas.

Los participantes afirmaron que la metodología aplicada fue excelente para ayudarles a detectar carencias en su propio conocimiento, para aprender contenidos bioecológicos, poner en práctica procedimientos científicos y desarrollar las propias ideas sobre la conservación del entorno construyendo vínculos entre los seres vivos y el entorno. Los participantes identificaron la relación entre el trabajo de los científicos y el trabajo que realizaron ellos. La metodología aplicada les permitió establecer la relación entre teoría y práctica y les ayudó a comprender cómo desarrollar la metodología científica en el aula desde una edad temprana. El establecimiento de vínculos con los

seres vivos (hábitat, anatomía, comportamiento y otros aspectos funcionales) y el entorno facilitará que los futuros docentes puedan descubrir y respetar el entorno que nos rodea, incrementando así su nivel de cultura medioambiental y favoreciendo que lo tengan en cuenta en el futuro, en sus prácticas docentes.

**Tabla 1.** Secuencia de actividades

<b>Secuencia de actividades</b>	<b>Objetivos de los pasos de indagación</b>
<p>Mirad que encontré en una excursión por el entorno natural cercano a la Facultad. [Se muestran las egagrópilas de lechuza común a los estudiantes]. ¿Qué preguntas harías sobre ellos? ¿Cómo podríamos saber las características del ecosistema en el que los he encontrado?</p>	<p>Contextualización. Preguntas que los estudiantes deben responder. Fomentar las ideas de los estudiantes.</p>
<p>¿Qué podemos hacer para responder a las preguntas?</p>	<p>Diseños experimentales, búsqueda de evidencias (no datos empíricos) y explicaciones</p>
<p>¿Qué sabemos sobre ellos? ¿Qué podemos afirmar a partir de la evidencia?</p>	<p>Ideas de los estudiantes para responder a las preguntas.</p>
<p>Son egagrópilas. Son restos de rapaces [se presenta a los estudiantes información visual del recurso web: vídeos e imágenes]. ¿De qué rapaz provienen? Vamos a diseccionarlas e identificarlas comprobando su contenido [la disección real se complementa con los ejemplos virtuales y claves dicotómicas del recurso web, facilitando una tutoría previa sobre este a los estudiantes]. ¿Qué podemos afirmar ahora?</p>	<p>Análisis de datos empíricos, interpretación, clasificación e identificación.</p>
<p>¿Cómo crees que la disección de las egagrópilas de rapaz puede ayudarnos a conocer los ecosistemas? ¿Qué opinas ahora sobre las características del ecosistema en el que los hemos encontrado? Vamos a tratar de elaborar una reconstrucción del ecosistema (incluyendo las redes tróficas) [en el recurso web se facilita información y ejemplos de ecosistemas].</p>	<p>Reformulación de la hipótesis; regreso a la pregunta inicial: revisión de explicaciones.</p>
<p>¿Cómo pueden ayudar las egagrópilas de rapaz a los científicos a resolver problemas reales? ¿Crees que es una herramienta didáctica útil para el aprendizaje científico? ¿Encuentras alguna limitación a su aplicación?</p>	<p>Ejemplos de problemas reales, uso del conocimiento científico para dar explicaciones, revisar ideas, recapitulación.</p>

**Tabla 2.** Preguntas y contenidos (por curso académico)

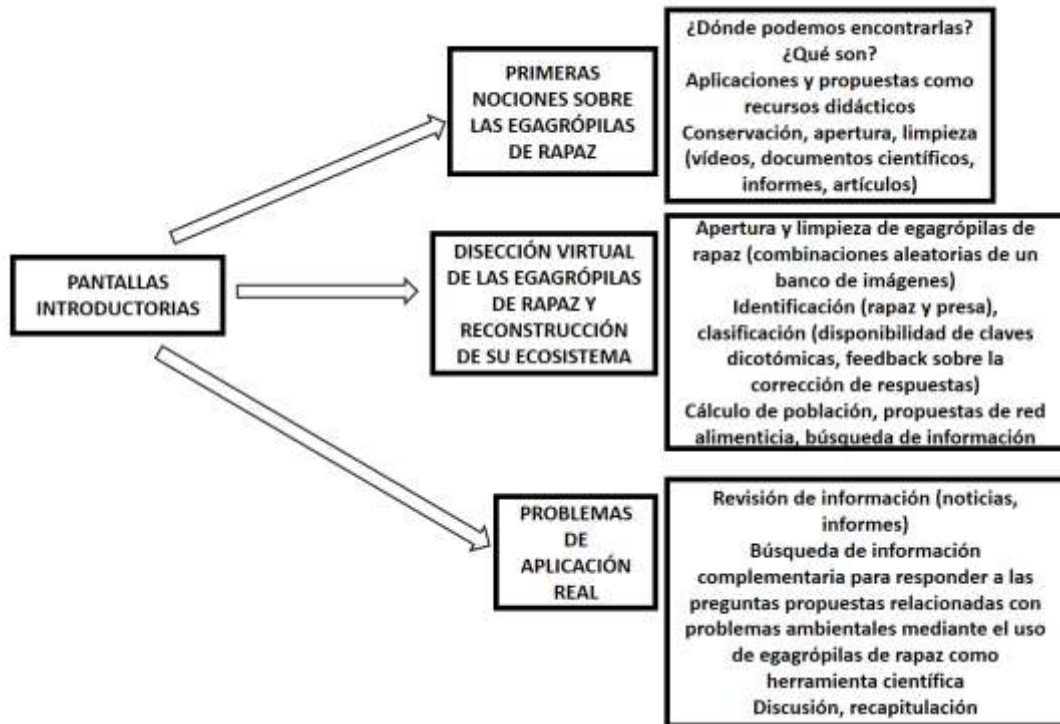
<b>Pregunta</b>	<b>Contenidos, a. curso 18-19</b>	<b>Contenidos, a. cursos 19-20 y 20-21</b>
		Claves dicotómicas (diseño y uso)
1	Dieta de la lechuga común	Cadenas de alimentos y redes alimenticias
2	Cadenas de alimentos y redes alimenticias	Flujo de energía y ciclos de la materia
3	Cadenas de alimentos y redes alimenticias	Cálculo de la población
4	Uso de egagrópilas de lechuga común	Uso de egagrópilas de lechuga común
5	Flujo de energía y ciclos de la materia	Dieta de la lechuga común
6	Flujo de energía y ciclos de la materia	Dieta de los animales
7	Cálculo de la población	Claves dicotómicas (uso) (20-21)
8		Dieta de los animales (20-21)
9		

**Tabla 3.** Participación (% de los estudiantes)

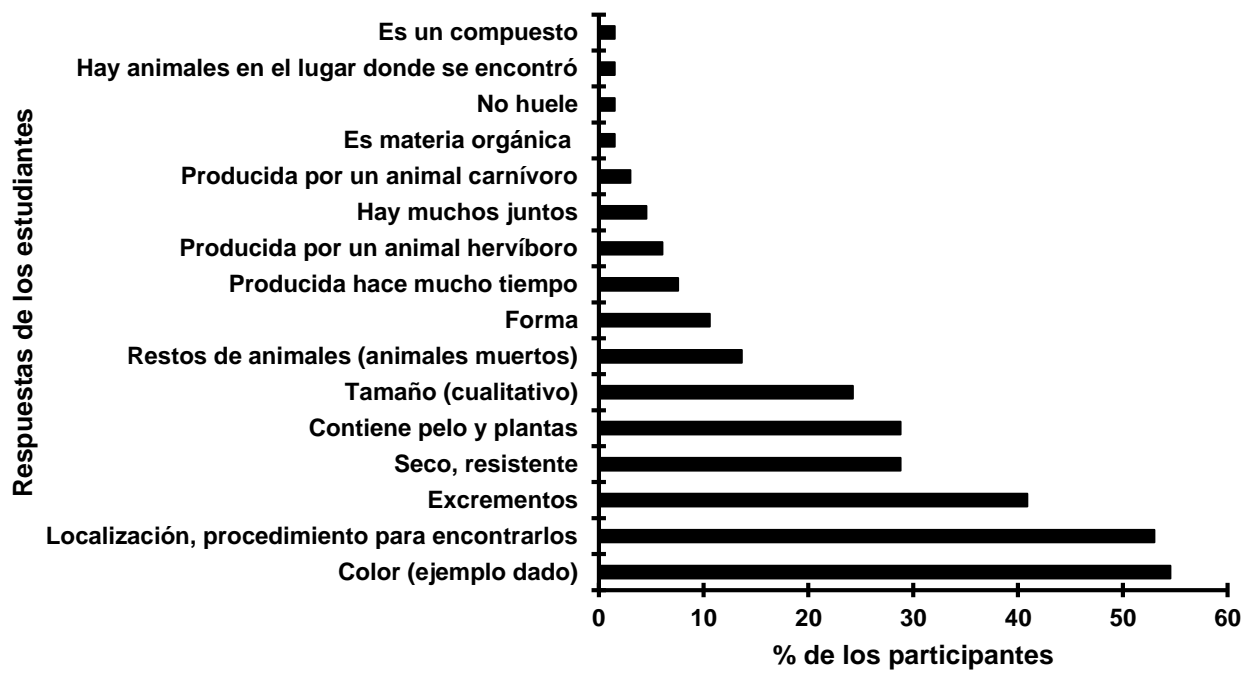
<b>Curso académico</b>	<b>Participación en la actividad</b>
<b>2018-19</b>	57
<b>2019-20</b>	94
<b>2020-21</b>	56
<b>TOTAL (media, por sexo)</b>	66

**Tabla 4.** Opinión general (% de los participantes).

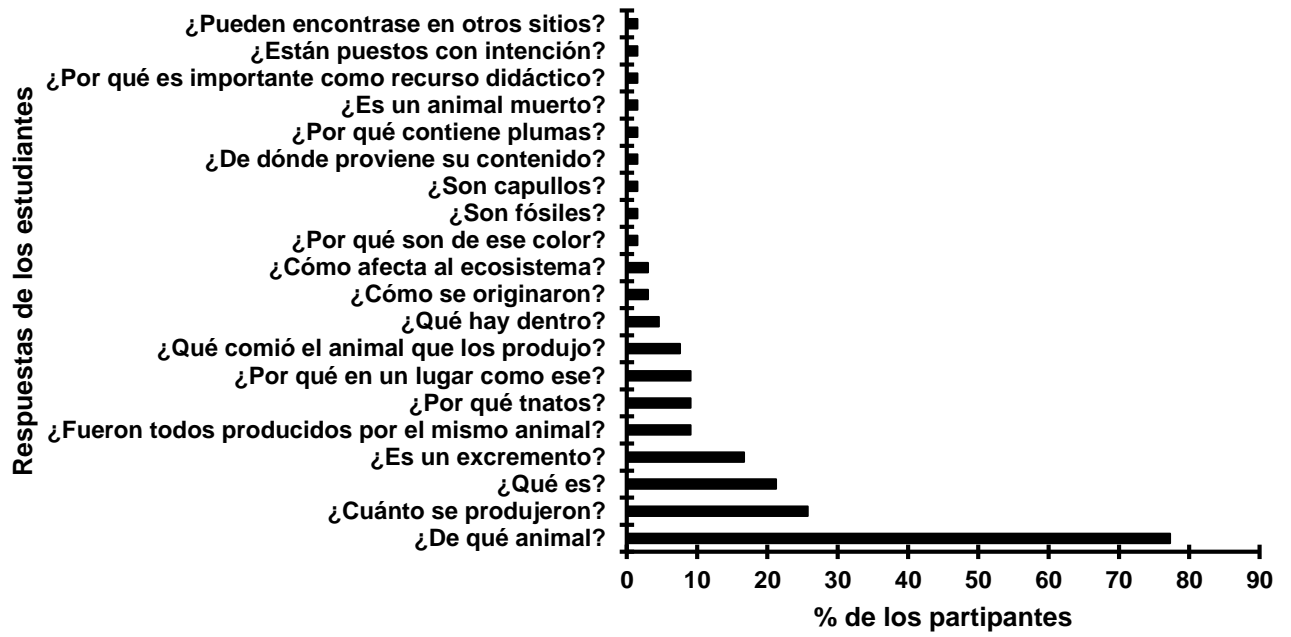
<b>Curso académico</b>	<b>De acuerdo con la metodología implementada</b>	<b>Para incrementar el trabajo en grupo</b>	<b>Para incrementar el trabajo individual</b>
<b>2018-19</b>	100	40	21
<b>2019-20</b>	90	84	39
<b>2020-21</b>	98	76	43
<b>TOTAL (media, por sexo)</b>	98% de mujeres; 98 % de hombres	71% de mujeres; 65 % de hombres	39% de mujeres; 31 % de hombres



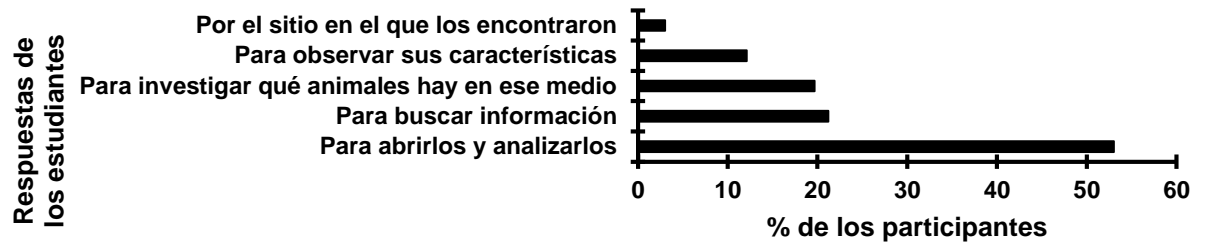
**Figura 1.** Mapa del recurso web.



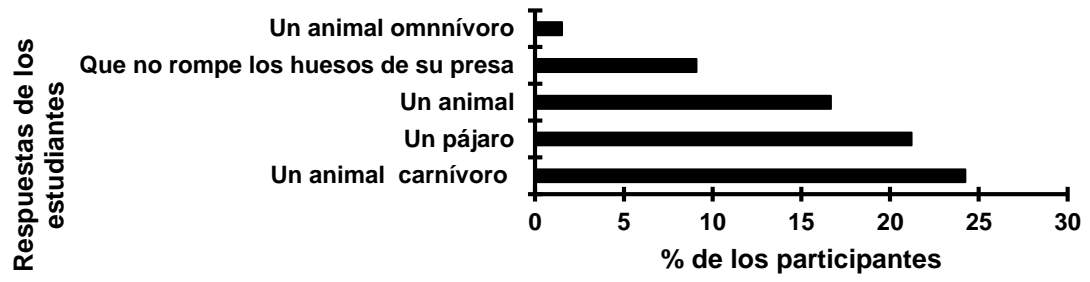
**Figura 2.** Evidencias sobre los contenidos dentro de las egagrópilas.



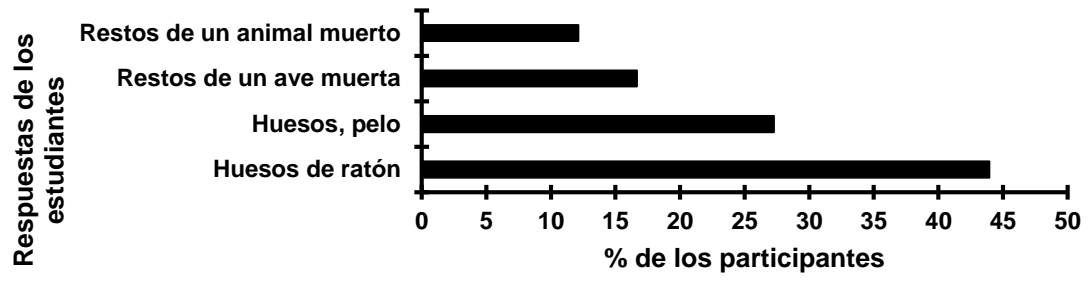
**Figura 3.** Cuestiones sobre los restos identificados.



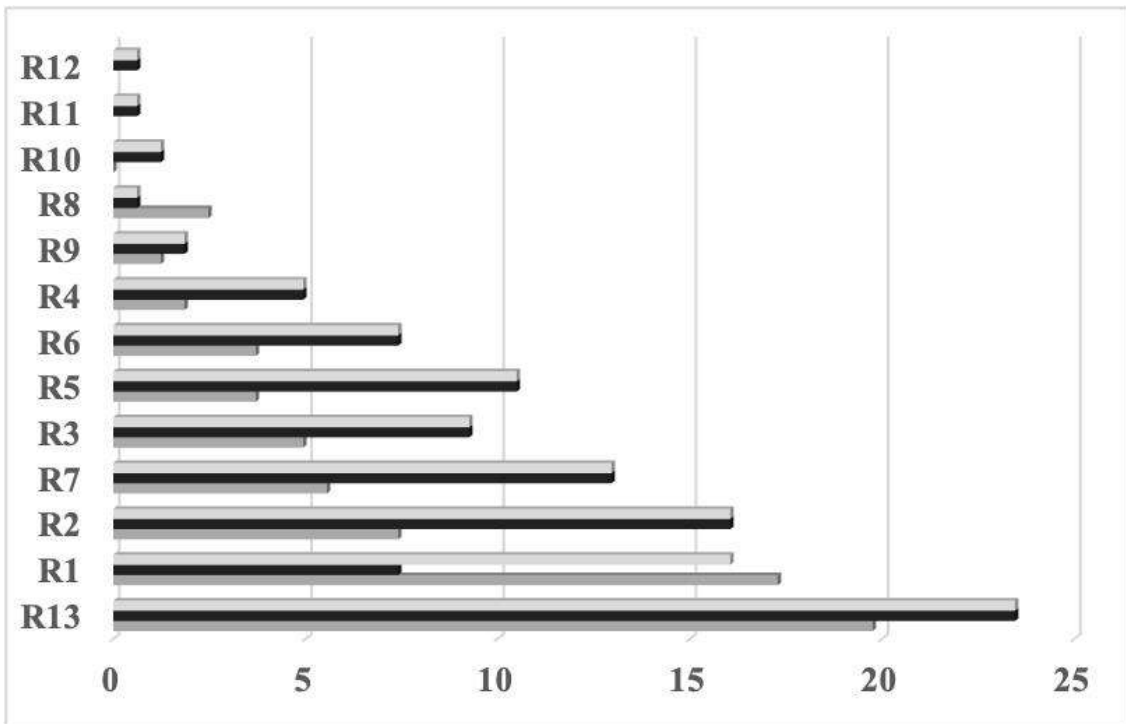
**Figura 4.** Propósitos formulados por los participantes sobre los restos encontrados



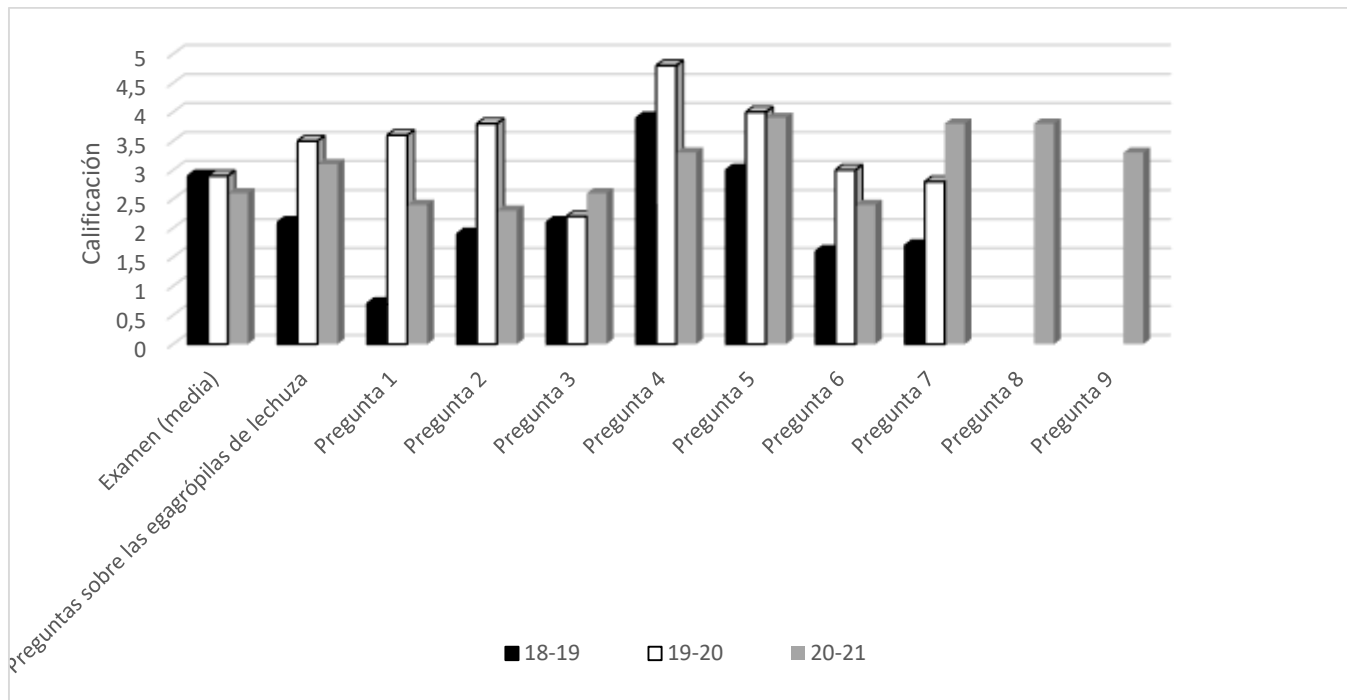
**Figura 5.** Información adicional para responder a las preguntas formuladas previamente



**Figura 6.** Indicios adicionales sobre el tipo de restos.



**Figura 7.** Razones por las que la actividad fue útil para los participantes



**Figura 8.** Puntuaciones medias en los tres cursos académicos

## **ORCID Information**

Beatriz Carrasquer-Álvarez. <https://orcid.org/0000-0001-9336-4644>

### **Acknowledgements / Agradecimientos**

The authors would like to thank students and colleges who made possible the collection of data to carry out the study and also to the Beagle research group (S27\_23R) and the IUCA Research Institute, both of the University of Zaragoza. / *Los autores desean agradecer a los estudiantes y las facultades que hicieron posible la recolección de datos para llevar a cabo el estudio y también al Grupo de Investigación Beagle (S27\_23R) y al Instituto de Investigación IUCA, ambos de la Universidad de Zaragoza.*

### **Funding / Financiación**

This work was supported by the Projects PID2019-105320RB-I00 financed by MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033; CIENCIATE3- 2018/B001 project financed by FUAG; 2020-B002 project financed by FUAG. This work was also supported by the Santander University Chair under Grant XIII Edition Santander Award for Experiences in Teaching Innovation with ICT. / *Este trabajo se ha realizado con el apoyo del proyecto PID2019-105320RB-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y de los proyectos CIENCIATE3- 2018/B001 y 2020-B002, financiados por FUAG. También ha recibido el apoyo de la Cátedra Universidad de Santander con el Premio Santander de Experiencias en Innovación Docente con TIC en su edición XIII.*

### **Ethics statement / Declaración de responsabilidad ética**

Neither personal data nor identifiable information are included. Participants' data have been anonymized without distorting results. Researchers engaged with participants at the conclusion of the research by eliciting feedback on the findings. Researchers' contact details and information about the characteristics and proposals of the study were provided to participants. Informed consent details are included next. / *No se han incluido datos personales ni otra información identificable. Los datos de los participantes han sido anonimizados sin desfigurar los resultados. Los investigadores interactuaron con los participantes tras finalizar la investigación para obtener feedback sobre los resultados. Se facilitó a los participantes tanto los datos de contacto de los investigadores como información sobre las características y la propuesta del estudio. A continuación se facilita la información sobre el consentimiento informado.*

### **Consent to participate / Consentimiento para la participación**

Informed consent under no coercion or bribery of any kind, in accordance with the principles outlined in the Nuremberg Code and the Belmont Report, has been obtained from the participants or from the parent or guardian of any participants who are not able to provide full informed consent themselves. / *Se obtuvo el consentimiento informado de los participantes o padres o guardianes de aquellos que no eran capaces de facilitarlo por sí mismos, bajo ningún tipo de coacción ni soborno, de acuerdo con los principios indicados por el Código de Núremberg y el Informe Belmont.*

### **Declaration of conflicting interests / Declaración de conflicto de intereses**

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship and/or publication of this article. / *El (Los) autor(es) declara(n) que no existen posibles conflictos de intereses. con respecto a la investigación, autoría y/o publicación de este artículo.*

## References / Referencias

- Akerson, V.L., Weiland, I.S., Pongsanon, K., & Nargund-Joshi, V. (2010). Evidence-based strategies for teaching nature of science to young children. *Journal of Kirs-ehir Education*, 11(4), 61-78.  
[https://www.researchgate.net/publication/260229030\\_Evidence-based\\_Strategies\\_for\\_Teaching\\_Nature\\_of\\_Science\\_to\\_Young\\_Children](https://www.researchgate.net/publication/260229030_Evidence-based_Strategies_for_Teaching_Nature_of_Science_to_Young_Children)
- Akerson, V. L., Nargund-Joshi, V., Weiland, I., Pongsanon, K., & Avsar, B. (2014). What third-grade students of differing ability levels learn about nature of science after a year of instruction. *International Journal of Science Education*, 36 (2), 244-276. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.761365>.
- Ansberry, M., & Morgan, E. (2010). *Picture-perfect science lessons: Using children books to guide inquiry, 3-6*. NSTA press.
- Barrios, M., & Coscolluela, A. (2013). *Fiabilidad [Reliability]*. (Meneses, J., Coord.) *Psicometría*. UOC.
- Bodrova, E., & Leong, D.J. (1996). *Tools of the mind: Vygotskian approach to early childhood education*. Merrill/Prentice Hall.
- Bravo, B., & Jiménez, M. P. (2014). Articulación del uso de las pruebas y el modo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. [Articulation of the use of test and the way of energy flow in ecosystems in the arguments of high school students]. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 425-442.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1281>
- Carrasquer, B. & Ponz, A. (2021). Egagrópilas de lechuza común: Antiguas prácticas, nuevos objetivos de indagación con futuros/as maestros/as de Educación Primaria [Barn owl pellets: Ancient practices, new research objectives with future primary school teachers]. 29 Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales y 5ª Escuela de Doctorado (pp. 964-971). Córdoba. Universidad de Córdoba y Ápice. <https://apice-dce.com/2021/04/04/xxix-encuentros-celebrados-en-cordoba/>
- Caño, L. (2019). Concepciones sobre nutrición vegetal y relaciones tróficas en función del bagaje educativo: implicaciones para el futuro profesorado. [Misconceptions on plant nutrition and trophic relationships according to the educational background: consequences for pre-service teachers]. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 37, 89-106.  
<https://doi.org/10.7203/dces.37.13285>
- Chi, B., Reisman, L., & Chung, J. (2014). *BioSITE Summative Evaluation. A report submitted to Children's Discovery Museum by The Research Group*. The Lawrence Hall of Science. University of California. [https://www.cdm.org/wp-content/uploads/2015/03/BioSITE\\_Summative\\_Evaluation\\_Report\\_Final.pdf](https://www.cdm.org/wp-content/uploads/2015/03/BioSITE_Summative_Evaluation_Report_Final.pdf)
- Chrobak, R., & Prieto, A. B. (2010). La Herramienta UVE del conocimiento para favorecer la creatividad de docentes y estudiantes. [The UVE tool of knowledge to promote the creativity of teachers and students]. *Anales de Psicología*, 26 (2), 259-266.  
[https://www.researchgate.net/publication/46183353\\_La\\_herramienta\\_UVE\\_del\\_conocimiento\\_para\\_favorecer\\_la\\_creatividad\\_de\\_docentes\\_y\\_estudiantes](https://www.researchgate.net/publication/46183353_La_herramienta_UVE_del_conocimiento_para_favorecer_la_creatividad_de_docentes_y_estudiantes)

- Cremin, T., Glauert, E., Craft, A., Compton, A., & Styliandou, F. (2015). Creative little scientists: exploring pedagogical synergies between inquiry-based and creative approaches in early years science. *Education 3-13*, 43(4), 404–419. <https://doi.org/10.1080/03004279.2015.1020655>
- García-Rodeja, I., Silva, E. T., & Sesto, V. (2020). Competencia de estudiantes de secundaria para aplicar ideas sobre el funcionamiento de los ecosistemas [Competencies of high school students to apply ideas about the functioning of ecosystems]. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 67-85. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2733>
- Gill, P., & Vaux, N. (2018). Fleshing out the owl pellet: Making connections to STEM education with pre-service teachers. *National Teacher Education Journal*, 11(3), 101-105. <https://facultyprofiles.tamui.edu/faculty.aspx?email=puneet.gill@tamui.edu>
- Hernández, C., & González-Reyes, R. A. (2021). Aprendizaje del concepto de red trófica. Un análisis desde el pensamiento lineal y sistémico [Learning of the food web concept. An analysis from linear and systemic thinking]. *Revista Boletín Redipe*, 10(1), 227-289. <https://doi.org/10.36260/rbr.v10i1.1179>
- Hiltunen, M., Kärkkäinen, S., & Keinonen, T. (2020). Biology student teachers' dialogic talk in inquiry-based instruction. *Journal of Biological Education*, 54(3), 300-314. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1575264>
- Jaramillo Quiñones, M.A. (2020). *Prototipo de kit didáctico para la enseñanza de Ecología utilizando egagrópilas* [Prototype of a didactic kit for teaching Ecology using pellets]. [Dissertation; U.CES Medellín; Ecology Program]. Repository ces.edu.co. [https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/4979/1037657879\\_2020.pdf?sequence=1](https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/4979/1037657879_2020.pdf?sequence=1)
- Jiménez-Becerra, I., & Segovia-Cifuentes, Y. (2020) Models of didactic integration with ICT mediation: some innovation challenges in teaching practices [*Modelos de integración didáctica con mediación TIC: algunos retos de innovación en las prácticas de enseñanza*]. *Culture and Education*, 32:3, 399-440. <https://doi.org/10.1080/11356405.2020.1785140>
- Jiménez-Liso, R., Gómez Macario, H., Martínez Chico, M., Garrido Espeja, A., & López-Gay R. (2020). Egagrópilas como fuente de pruebas en una indagación. Percepciones de los estudiantes sobre lo que aprenden y sienten [Raptor pellets as evidence in an inquiry-based teaching. Students' perceptions on what they have learnt and felt]. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 17(1), 1-18. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2020.v17.i1.1203](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2020.v17.i1.1203)
- Kamarainen, A., Grotzer, T., Thompson, M., Sabey, D., & Haag, B. (2021). Teacher views of experimentation in ecosystem science. *Journal of Biological Education*, 57(3), 517-536. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1933130>
- Kamberelis, G., & Wehunt, M. D. (2012). Hybrid discourse practice and science learning. *Cultural Studies of Science Education*, 7(3), 505-534. <https://doi.org/10.1007/s11422-012-9395-1>

- Lederman, N. G. (2018). La siempre cambiante contextualización de la naturaleza de la ciencia: documentos recientes sobre la reforma de la educación científica en los Estados Unidos y su impacto en el logro de la alfabetización científica [The ever-changing contextualization of the nature of science: recent papers of science education reform in the United States and its impact on achieving science literacy]. *Enseñanza de las ciencias*, 36(2), 5-22.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2661>
- López-Neira, L., Labbé, C., & Villalta, M. (2020) Digital game for the development of classroom verbal interaction strategies: enhanced pre-service teacher training model with technology [Juego digital para el desarrollo de estrategias de interacción verbal en aula: modelo de formación inicial de profesores mejorado con tecnología]. *Culture and Education*, 32:3, 441-469.  
<https://doi.org/10.1080/11356405.2020.1785139>
- Poehner, M. E., & Lantolf, J. P. (2010). Vygotsky's teaching- assessment dialectic and L2 education: The Case for dynamic assessment. *Mind, culture and activity*, 17, 312-330. <https://doi.org/10.1080/10749030903338509>
- Schiller, E., & Melin, J. (2011). Whoooo knew? Assessment strategies for inquiry science. *Science & Children*, 48(9), 31-37.  
<https://scholarworks.gvsu.edu/fsdg/1071/>
- Smith, K.E., Anderson, F., Medus, C., Leano, F., & Adams, J. (2005). Outbreaks of salmonellosis at elementary schools associated with dissection of owl pellets. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 5 (2), 133-136.  
[https://www.researchgate.net/publication/7734036\\_Outbreaks\\_of\\_Salmonellosis\\_at\\_Elementary\\_Schools\\_Associated\\_with\\_Dissection\\_of\\_Owl\\_Pellets](https://www.researchgate.net/publication/7734036_Outbreaks_of_Salmonellosis_at_Elementary_Schools_Associated_with_Dissection_of_Owl_Pellets)
- Rosa Novalbos, D., & Martínez-Aznar, M. M. (2019). Resolución de problemas abiertos en ecología para la ESO. [Solving open problems in ecology for Compulsory Secondary Education]. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 25-42.  
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2541>.
- Tomkins, S., & S. D. Tunnicliffe. (2007). Nature tables: Stimulating children's interest in natural objects. *Journal of Biological Education*, 41(4), 150–155.  
<https://doi.org/10.1080/00219266.2007.9656090>.
- Tunnicliffe, S. D., & M. J. Reiss. (1999). Building a model of the environment: How do children see animals? *Journal of Biological Education*, 33(3), 142–148.  
<https://doi.org/10.1080/00219266.1999.9655654>.
- Villanúa Anglada, D., Lerános Urtasun, I., López Alonso, A. Astrain Masa, C., & Díez Huget, P. (2020). Plan de Control Biológico del Topillo Campesino en la mitad sur de Navarra [Biological Control Plan for the Country Vole in the southern half of Navarra]. *Navarra agraria*, 239, 39-42.  
[https://www.researchgate.net/publication/340665588\\_Plan\\_de\\_Control\\_Biologico\\_del\\_Topillo\\_Campesino\\_en\\_la\\_mitad\\_sur\\_de\\_Navarra](https://www.researchgate.net/publication/340665588_Plan_de_Control_Biologico_del_Topillo_Campesino_en_la_mitad_sur_de_Navarra)
- Vygotsky, L. S. (1984). Aprendizaje y desarrollo intelectual en la edad escolar [Learning and intellectual development during school age]. *Journal for the Study of Education and Development. Infancia y aprendizaje*, 27/28, 105-116.  
 Reedited online (2014). <https://doi.org/10.1080/02103702.1984.10822045>

- Wilson, M. J. (1997). Mission possible: Owls in education. In Duncan, J. R., Johnson, D. H. y Nicholls, T. H. (Eds.), *Biology and conservation of owls of the Northern Hemisphere. 2nd International symposium Gen. Tech. Rep. NC-190* (pp. 620-632). U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station.  
[https://www.internationalowlcenter.org/uploads/1/0/3/1/103197186/1997\\_winni\\_peg\\_proceedings.pdf](https://www.internationalowlcenter.org/uploads/1/0/3/1/103197186/1997_winni_peg_proceedings.pdf)
- Wood, D. (1998). *How children think and learn; the social contexts of cognitive development*. Blackwell.
- Wyner, Y., & Blatt., E. (2019). Connecting ecology to daily life: How students and teachers relate food webs to the food they eat. *Journal of Biological Education*, 53(2), 128-149. [https://doi.org.10.1080/00219266.2018.1447005](https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1447005)
- Yebra, M.A., Vidal. M., & Membiela, P. (2019). Inquiry projects for scientific education: a good option for compulsory secondary education [Proyectos de indagación para la educación científica: una buena opción para la educación secundaria obligatoria]. *Culture and Education*, 31(1), 152-169.  
<https://doi.org/10.1080/11356405.2018.1563407>