



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación

Convocatoria 2021/2022

Nº de proyecto: 374

Enfoque de resolución de problemas previo a la instrucción aplicado a la enseñanza universitaria

Responsable del proyecto: Alberto Fernández López

Facultad de Ciencias Políticas y Sociología

Departamento: Sociología IV: Metodología y Teoría

1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto.

Tal como en su día fue reseñado, el presente proyecto parte del enfoque de Resolución de Problemas antes de la Instrucción con el objetivo de contribuir a que los alumnos y alumnas procesen la información de forma más reflexiva.

Para esto, se siguieron los siguientes objetivos tal como fue fijado en la propuesta:

1. Desarrollar y evaluar el enfoque de Resolución de Problemas Previo a la Instrucción en el aprendizaje universitario.
2. Potenciar nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje que contribuyan al desarrollo de la función docente en las que los aspectos tecnológicos no sean determinantes.

2. Objetivos alcanzados (Máximo 2 folios)

El objetivo primero descrito en el apartado anterior se enmarcaba dentro del objetivo de la convocatoria En línea con lo comentado anteriormente, este objetivo se ha cumplido. El enfoque de resolución de problemas antes de la instrucción (RP-I) se utiliza generalmente en asignaturas matemáticas a nivel de instituto, pero en la literatura no apenas se había utilizado en la enseñanza universitaria. A través de este proyecto se presentan varias actividades que siguen este enfoque y que pueden servir para extenderlo en contextos universitarios. Dichos enfoques se adaptan tanto a entornos de enseñanza online como de enseñanza presencial.

El segundo objetivo era potenciar **nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje** que contribuyan al desarrollo de la función docente en las que los aspectos tecnológicos no sean determinantes. El objetivo de este proyecto planteado en relación era “Desarrollar y evaluar el enfoque de Resolución de Problemas Previo a la Instrucción en el aprendizaje universitario”. Consideramos que el objetivo se ha cumplido tanto a nivel de diseño educativo como a nivel de participación de los alumnos. A través de este proyecto se ha desarrollado una actividad educativa novedosa en una clase de estadística.

3. Metodología empleada en el proyecto.

Una de las cuestiones que más nos preocupa a los y las docentes es cómo estimular la reflexión crítica de los alumnos. En base a ello, nos preguntamos si, antes de explicar un concepto complejo, vale la pena que los alumnos resuelvan problemas en relación a dicho concepto. Por ejemplo, antes de explicar al alumnado distintas medidas de variabilidad en una clase de estadística, ¿vale la pena darles unos minutos para que inventen sus propias medidas de variabilidad?

Por un lado, es una inversión de tiempo en la que los alumnos pueden atender a aspectos irrelevantes, o sentirse sobre-desafiados y frustrados (Clark, Kirschner, & Sweller, 2012). Por otro lado, puede contribuir a que los alumnos reflexionen críticamente a través de varios mecanismos.

Los y las estudiantes pueden: a) hacerse más conscientes de las lagunas de sus conocimientos (Loibl & Rummel, 2014); b) sentirse más motivados por el rol creativo y la oportunidad de servirse de conocimientos personales (Belenky & Nokes-Malach, 2012); y c) activar conocimientos previos que pueden facilitar la asimilación de contenidos vistos más adelante (Kapur & Bielaczyc, 2012).

Así mismo, es una experiencia que a la larga puede reducir su ansiedad hacia el fracaso y la consiguiente pasividad asociada a ello, pues se espera que los estudiantes fracasen durante la fase de resolución de problemas, y que aprendan a aprender de estos errores en la fase de instrucción posterior (Simpson & Maltese, 2017).

Una revisión sistemática reciente ha sugerido que el Enfoque de Resolución de Problemas antes de la Instrucción es efectivo para promover la comprensión profunda de los contenidos enseñados en clase, y la capacidad de los alumnos para transferir dicho aprendizaje a situaciones novedosas (Loibl, Roll, & Rummel, 2017).

Sin embargo, en esta misma revisión se observó que existían muy pocos estudios sobre la eficacia de esta metodología dentro de la enseñanza universitaria. Así mismo, apenas se ha estudiado cómo esta metodología puede ser más o menos efectiva en función de las predisposiciones motivacionales y cognitivas de los alumnos y alumnas. En base a ello, el objetivo del presente proyecto es continuar contribuyendo a la implementación de este enfoque en la enseñanza universitaria, y facilitar su evaluación a través de un enfoque experimental que permita atender a las predisposiciones cognitivas y afectivas de los alumnos.

El objetivo del presente proyecto fue aplicar este enfoque a la enseñanza universitaria y facilitar su evaluación experimental. Es por ello que se siguieron dos condiciones:

- a. En la condición de resolver problemas antes de la instrucción, los alumnos/as resolvieron problemas antes de hacer actividades que contengan explicaciones.
- b. En la condición de instrucción directa, los alumnos realizaron actividades con explicaciones antes de resolver problemas.

La hipótesis de partida versaba en que los alumnos/as que resuelvan problemas antes de recibir ninguna explicación experimentarán mayor curiosidad y desarrollarán una mayor comprensión de los contenidos.

4. Recursos humanos.

En el presente proyecto de Innovación Docente se ha contado con la colaboración de un gran equipo multidisciplinar pertenecientes a la UCM y personal externo a la misma. Mencionado grupo estuvo - y está - formado por:

- . ALBERTO FERNANDEZ LOPEZ, docente en Departamento de Sociología IV: Metodología y Teoría (UCM)
- . LARA ASTUDILLO ALONSO, doctoranda en Educación en la Universidad Autónoma de Madrid, experta en evaluación educativa.
- . MARIA LUISA DELGADO LOSADA, docente en Facultad de Medicina (UCM), Departamento de Psicología Experimental, Procesos Cognitivos y Logopedia.
- . ANA MARÍA GARCÍA-NAVAS GALLEGO-ALBERTOS, estudiante del Máster en Metodología de la Investigación en Ciencias Sociales: Innovaciones y Aplicaciones (UCM).
- . EDUARDO GONZÁLEZ CABAÑES, doctorando en Universidad de Oviedo y principal experto en la materia.
- . ÁNGEL LÓPEZ MOLINA Estudiante Máster Universitario en Sociología Aplicada (UCM).

4. Desarrollo de las actividades.

El proyecto se ha llevado a cabo en la asignatura Estadística Descriptiva Aplicada a las Ciencias Sociales del grado en Relaciones Internacionales. Por otra parte, este proyecto de investigación se ha llevado a cabo en otras Facultades y Universidades, tanto UCM como no UCM. Tanto en el presente curso como en cursos pasados, esperando comparar los resultados.

A continuación se describen los componentes, utilizando como ejemplos materiales que se pueden aplicar en una clase de estadística sobre medidas de variabilidad:

- Información a los estudiantes del propósito del proyecto: Si se aplica una evaluación experimental dentro de las clases, es importante informar a los alumnos del propósito del proyecto, del tratamiento anónimo de datos, y de su libre decisión a participar en la evaluación sin que tenga prejuicio de sus oportunidades de aprendizaje. Concretamente, los alumnos que no quieran participar en la evaluación podrán realizar las actividades de aprendizaje sin entregarlas. Un ejemplo de consentimiento informado para informar a los estudiantes es accesible en: <https://www.dropbox.com/s/lbivclqvts2pr7b/Consentimiento%20Informado.docx?dl=0>.

- Invitación a los alumnos para completar pruebas sobre predisposiciones motivacionales y cognitivas. Antes de su asignación a las condiciones de aprendizaje, los alumnos y alumnas pueden ser invitados a completar cuestionarios breves sobre sus predisposiciones cognitivas y motivacionales, lo que permitirá explorar si distintos tipos de alumnos se benefician más o menos de la intervención. (Ver una propuesta de posibles cuestionarios a aplicar en: <https://www.dropbox.com/s/fj0vim7svjhuukr/Cuestionarios%20Predisposiciones.docx?dl=0>, y de una prueba de conocimientos previos en: <https://www.dropbox.com/s/d33fkopsfvnp5ik/Pretest%20de%20Conocimientos%20previos.docx?dl=0>)

- Asignación de los participantes a dos condiciones de aprendizaje: Al comenzar la lección elegida para implantar el enfoque de Resolución de Problemas Previo a la Instrucción, se asignará a los alumnos/as a dos condiciones de aprendizaje. En ambas condiciones los contenidos serán los mismos, pero las actividades variarán. En la condición de Resolución de Problemas Previo a la Instrucción, los alumnos resolverán problemas de invención antes de estudiar los contenidos subyacentes a dichos problemas (ver ejemplo en <https://www.dropbox.com/s/c1c6mk6e09zqzr4/Condici%C3%B3n%20PS-I.docx?dl=0>).

En la condición de instrucción directa, los grupos comenzarán estudiando la solución a los problemas y luego aplicarán los contenidos estudiados a problemas de práctica (ver ejemplo en: <https://www.dropbox.com/s/31oxp05l94bkwos/Condici%C3%B3n%20de%20Instrucci%C3%B3n%20Directa.docx?dl=0>)

- Clase expositiva: Para complementar las actividades anteriores se realizó una clase expositiva, ésta se logró realizar presencialmente, no obstante se tenía previsto, en caso de tener que realizarse de forma telemática por la Covid, la misma pudiera realizarse ya sea a través de aplicaciones de enseñanza online como Teams, vídeos, etc (ver ejemplo de los materiales preparados para la creación de un vídeo en: <https://www.dropbox.com/s/5j0ygsqo2r59u1q/Clase%20Expositiva.docx?dl=0>)

- Medición de emociones: Al final de cada una de las actividades formativas descritas anteriormente, se dedicó un minuto a pasar un cuestionario sobre las emociones que experimentan los alumnos/as (ver ejemplo en: <https://www.dropbox.com/s/wo3emc387fkf0is/Cuestionario%20Epistemic%20Emotions.docx?dl=0>).

- Ejercicios del posttest sobre los contenidos enseñados: Al final de la lección se puede plantear un posttest para evaluar los contenidos aprendidos, de tal manera que también sirva como una experiencia reforzadora del aprendizaje (ver ejemplo en: <https://www.dropbox.com/s/erxxslaeid8um6h/Posttest%20de%20conocimientos%20adquiridos.docx?dl=0>).

- Feedback al grupo. Al final los alumnos/as tendrán acceso a las respuestas correctas en cada actividad, y a todos los materiales de aprendizaje utilizados. También se les hará partícipes de los resultados obtenidos en el proyecto.

5. Anexos.

5.1. Resultados alcanzados.

5.1.1 Resultados en los grupos de estadística.

5.1.1.1. Aprendizaje:

A continuación, se puede observar los resultados en lo referente al aprendizaje para ambos grupos. Como norma, se observa un rendimiento alto para en términos de aprendizaje procedimental y aprendizaje conceptual, pero muy bajo en términos de capacidad para transferir los conocimientos en situaciones novedosas.

	Grupo RP-I n = 12		Grupo I-RP n = 12		<i>p</i>
	<i>M</i>	<i>DT</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
Aprendizaje Procedimental	3,00	0,00	1,87	0,83	0,025
Aprendizaje Conceptual	4,25	0,64	2,43	1,47	0,044
Transferencia	0,00	0,00	0,50	0,75	0,226

Nota. M = Media; DT = Desviación Típica; \geq RE = porcentaje de alumnos que supera el rango fijado como estándar; p = valor de alpha para las comparaciones estadísticas.

Los alumnos que resolvieron problemas antes de recibir instrucción (RP-I), mostraron un mejor desempeño en el postest de aprendizaje que los alumnos que recibieron explicaciones desde el principio (Grupo I-RP)

En contraste con los resultados de aprendizaje, para emociones no se observaron diferencias significativas entre los dos grupos experimentales. La siguiente tabla muestra los resultados sobre las emociones reportadas en los dos grupos experimentales durante la fase de explicaciones de clase (Fase 5 descrita en la metodología), tras haber realizado las actividades propias a sus intervenciones correspondientes (RP-I o I-RP). Reseñar que en ambos grupos (control y experimental) indicaron un nivel similar y elevado de emociones positivas (sorpresa, curiosidad, disfrute) así como un nivel menor, bajo, en lo referente a emociones negativas (confusión, ansiedad, frustración y aburrimiento). Siendo claramente marcado el cambio entre grupo de control y experimental en lo que refiere a la confusión, debido, probablemente, a la variable tratamiento aplicada.

Estadísticas de grupo						
		N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	
MOTIVACIÓN	Gr. Exp	12	19,6667	1,61433	0,46602	
	Gr. Control	12	20,0833	1,08362	0,31282	
SORPRESA	Gr. Exp	4	6	2,44949	1,22474	
	Gr. Control	8	7,5	2,56348	0,90633	
CURIOSIDAD	Gr. Exp	4	10,5	1,29099	0,6455	
	Gr. Control	8	10	2,72554	0,96362	
DISFRUTE	Gr. Exp	4	6,75	2,06155	1,03078	
	Gr. Control	8	7,5	2,39046	0,84515	
CONFUSION	Gr. Exp	4	4,75	2,06155	1,03078	
	Gr. Control	8	8	3,4641	1,22474	
ANSIEDAD	Gr. Exp	4	3,75	1,5	0,75	
	Gr. Control	8	5,5	2,32993	0,82375	
FRUSTRACION	Gr. Exp	4	3,75	1,5	0,75	
	Gr. Control	8	5	3,16228	1,11803	
ABURRIMIENTO	Gr. Exp	4	4,5	1	0,5	
	Gr. Control	8	7,125	3,39905	1,20175	

5.1.1.2. Satisfacción

En general se observaron unos niveles altos de satisfacción. Concretamente, a la pregunta de “Por favor, señala tu satisfacción con esta lección” el 83,4 % de los alumnos respondió bastante o mucho, mientras que sólo el 16,6 % respondió poco o nada.

En nivel de satisfacción fue ligeramente superior en el grupo experimental (3,75 de media) que en el grupo de control (2,62 como promedio).

5.1.1.3. Contraste de hipótesis.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de MOTIV es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,630 ¹	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de SENT_COM es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,319 ¹	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de PRETEST es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,078 ¹	Retener la hipótesis nula.
4	La distribución de METACOG es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,319 ¹	Retener la hipótesis nula.
5	La distribución de SORPRESA es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,368 ¹	Retener la hipótesis nula.
6	La distribución de CURIOSIDAD es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,461 ¹	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de DISFRUTE es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,570 ¹	Retener la hipótesis nula.
8	La distribución de CONFUSION es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,109 ¹	Retener la hipótesis nula.
9	La distribución de ANSIEDAD es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,214 ¹	Retener la hipótesis nula.
10	La distribución de FRUSTRACION es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,570 ¹	Retener la hipótesis nula.
11	La distribución de ABURRIMIENTO es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,154 ¹	Retener la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Se muestra la significación exacta para esta prueba.

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
12	La distribución de AP_PROC es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,048 ¹	Rechazar la hipótesis nula.
13	La distribución de AP_CONC es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,048 ¹	Rechazar la hipótesis nula.
14	La distribución de AP_TRANS es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,368 ¹	Retener la hipótesis nula.
15	La distribución de AP_GEN es la misma entre las categorías de Gru_Exp.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	,008 ¹	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

¹Se muestra la significación exacta para esta prueba.

5.2 Conclusiones y discusión.

En consonancia con la literatura al respecto, se ha podido comprobar que la aplicación de la técnica RP-I ha dado lugar a mejores resultados de aprendizaje que la aplicación de una técnica I-RP, más acorde con el formato de clase tradicional.

No obstante, será necesario abundar más en la materia.

A partir de las observaciones y sus respectivos análisis, podemos comprobar que RP-I puede ayudar a promover el aprendizaje de los alumnos. Aquellos que partieron de dicha técnica, mostraron mayor capacidad para aplicar lo aprendido (conocimiento procedimental) e, igualmente, mayor capacidad comprensiva de tales procedimientos (conocimiento conceptual). Por otra parte, y tal como más arriba fue reseñado, estos resultados siguen al pie de la literatura previa internacional (Darabi et al., 2018; Kapur & Bielaczyc, 2012; Loibl et al., 2017) y nacional (González-Cabañes et al., 2020).

Rescatar por otro lado que mencionadas diferencias no son acompañadas, según las observaciones por diferencias a nivel emocional. No se encontraron diferencias en la última fase de aprendizaje en la cual el alumnado recibía la clase magistral. Lo que no obsta para que guarde coherencia con la literatura al respecto (González-Cabañes et al., 2020). Sin embargo, tanto este estudio de González-Cabañes como el presente estudio han sido realizados con muestras muy reducidas por lo cual será importante continuar indagando el impacto de RP-I en las emociones (Lamnina & Chase, 2019).

Partiendo de las observaciones, análisis y resultados, las diferencias de los alumnos en términos de conocimientos previos y predisposiciones motivacionales, afectivas y metacognitivas, no constituyeron factores determinantes a la hora de explicar los distintos efectos de las intervenciones sobre el aprendizaje. Para alumnos con distintas predisposiciones las diferencias observadas para RP-I y I-RP se mantuvieron de forma similar. De todos modos, como ha sido indicado y debido a la reducida muestra, deberá seguir indagándose acerca posible papel modulador de estas diferencias entre los alumnos.

De especial relevancia es el hecho de que en ninguna de las dos condiciones de aprendizaje los alumnos mostraron buen desempeño transfiriendo sus conocimientos a situaciones novedosas. En ambas condiciones, ni siquiera el 20 % fue capaz de resolver un solo ítem de transferencia. Es un resultado que está en línea con otras evaluaciones de matemáticas en el sistema educativo español (Mallart Solaz, 2014), y que invita a considerar modificaciones curriculares más significativas.

Como argumento último de cara a continuar con las observaciones, reseñar el elevado grado de satisfacción mostrado por los diferentes grupos a lo largo del proceso.

5.2. Bibliografía

- Belenky, D. M., & Nokes-Malach, T. J. (2012). Motivation and transfer: The role of mastery-approach goals in preparation for future learning. *Journal of the Learning Sciences*, 21(3), 399-432.
- Clark, R., Kirschner, P. A., & Sweller, J. (2012). Putting students on the path to learning: The case for fully guided instruction. *American Educator*
<https://www.aft.org/sites/default/files/periodicals/Clark.pdf>
- Darabi, A., Arrington, T. L., & Sayilir, E. (2018). Learning from failure: a meta-analysis of the empirical studies. *Etr&D-Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1101-1118. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9579-9>
- Elliot, A. J., & Murayama, K. (2008). On the measurement of achievement goals: Critique, illustration, and application. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), 613-628. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.613>
- Gonzalez-Cabanes, E., Garcia, T., Alvarez-Garcia, D., Fernandez, E., & Rodriguez, C. (2022). Validation of the Shortened Version of the Metacognitive Awareness Inventory in Spanish University Students. *Psicothema*, 34(3), 454-462.
<https://doi.org/10.7334/psicothema2022.75>
- González-Cabañes, E., García, T., Carnero, S., & Núñez, J. C. (Manuscrito en preparación). Structure and Psychometric Characteristics of the Epistemically Related Emotions Questionnaire Adapted to Spanish
- González-Cabañes, E., García, T., Fernández, E., Rodríguez, C., & Álvarez-García, D. (in press). Validation of the Shortened Version of the Metacognitive Awareness Inventory in Spanish University Students [Validación de la Versión Abreviada del Inventario de Conciencia Metacognitiva en Estudiantes Universitarios Españoles]. *Psicothema*, 34(3), 454-462.
- González-Cabañes, E., García, T., Rodríguez, C., Cuesta, M., & Núñez, J. C. (2020). Learning and emotional outcomes after the application of invention activities in a sample of university students. *Sustainability*, 12(18), 7306.
<https://doi.org/10.3390/su12187306>
- Harrison, G. M., & Vallin, L. M. (2018). Evaluating the metacognitive awareness inventory using empirical factor-structure evidence. *Metacognition and Learning*, 13(1), 15-38. <https://doi.org/10.1007/s11409-017-9176-z>
- Kapur, M., & Bielaczyc, K. (2012). Designing for Productive Failure. *Journal of the Learning Sciences*, 21(1), 45-83. <https://doi.org/10.1080/10508406.2011.591717>
- Lamnina, M., & Chase, C. C. (2019). Developing a thirst for knowledge: How uncertainty in the classroom influences curiosity, affect, learning, and transfer. *Contemporary Educational Psychology*, 59, 101785.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101785>

Loibl, K., Roll, I., & Rummel, N. (2017). Towards a Theory of When and How Problem Solving Followed by Instruction Supports Learning [journal article]. *Educational Psychology Review*, 29(4), 693-715. <https://doi.org/10.1007/s10648-016-9379-x>

Loibl, K., & Rummel, N. (2014). Knowing what you don't know makes failure productive. *Learning and Instruction*, 34, 74-85. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.08.004>

Mallart Solaz, A. (2014). La resolución de problemas en la prueba de Matemáticas de acceso a la universidad: procesos y errores.

Pekrun, R., Vogl, E., Muis, K. R., & Sinatra, G. M. (2017). Measuring emotions during epistemic activities: the Epistemically-Related Emotion Scales. *Cognition and Emotion*, 31(6), 1268-1276.

Rodríguez Santero, J., & Gil Flores, J. (2019). Actitudes hacia la estadística en estudiantes de Ciencias de la Educación: propiedades psicométricas de la versión española del Survey of Attitudes Toward Statistics (SATS-36).

Ruiz-Juan, F. (2014). Propiedades psicométricas de la versión en español del Achievement Goals Questionnaire. *anales de psicología*, 30(2), 745-755.

Schau, C., Stevens, J., Dauphinee, T. L., & Delvecchio, A. (1995). The development and validation of the survey of attitudes toward statistics. *Educational and Psychological Measurement*, 55(5), 868-875. <https://doi.org/10.1177/0013164495055005022>

Simpson, A., & Maltese, A. (2017). "Failure Is a Major Component of Learning Anything": The Role of Failure in the Development of STEM Professionals. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 223-237. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9674-9>