

Enseñanza de la trigonometría en la escuela secundaria ciclo superior y su influencia en el primer año universitario: perspectivas docentes y efectos de la pandemia

Teaching trigonometry in upper secondary school and its influence on the first year of university: teaching perspectives and pandemic effects

María Susana Vecino¹
Guillermo Ricardo Valdez²
María Eugenia Pedrosa³
Lucía Palauro⁴

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad analizar los conocimientos adquiridos por los estudiantes respecto de los contenidos de Trigonometría trabajados durante el año 2022 en colegios de Educación Secundaria, ciclo Superior de la ciudad de Mar del Plata, Argentina. Así, para analizar cuáles son los contenidos que han visto o han dejado de ver se ha realizado una encuesta a docentes del último año del Secundario de distintos establecimientos de gestión pública y privada de la ciudad de Mar del Plata. Los resultados de la misma muestran un desaprovechamiento de la riqueza de la trigonometría en la Educación Secundaria provocando un vacío en el conocimiento holístico de la Matemática y dificultando un normal avance en los cursos de Matemática correspondientes a los primeros años de carreras universitarias. Las respuestas de los docentes nos inducen a concluir que existe la necesidad de aplicar: enfoques pedagógicos que se adapten al contexto actual y a utilizar recursos que fomenten la comprensión profunda.

Palabras clave: trigonometría; docentes; encuesta; reflexiones

Abstract

This work aims to analyze the knowledge acquired by students regarding the contents of Trigonometry studied during the year 2022 in high schools of Mar del Plata, Argentina. To analyze which contents have been seen or left out, a survey has been conducted among teachers of the last year of high school from different public and private schools in the city of Mar del Plata. The results show a lack of use of the power of trigonometry in high school education, causing a gap in the holistic knowledge of Mathematics and hindering normal progress in Mathematics courses corresponding to the first years of university careers. The responses of the teachers lead us to conclude that there is a need to apply pedagogical approaches that adapt to the current context and to use resources that promote deep understanding.

Keywords: Trigonometry; Teachers; Survey; Reflections

Fecha de recepción: 2024-07-12
Fecha de evaluación: 2024-09-13
Fecha de evaluación: 2024-09-17
Fecha de aceptación: 2025-02-15

Introducción

La enseñanza de la Trigonometría en la escuela secundaria ha sido durante mucho tiempo un desafío para educadores y estudiantes por igual. Con la irrupción de la pandemia mundial provocada por el COVID-19, la suspensión de las actividades presenciales en todas las instituciones educativas y su migración a la educación virtual, estos desafíos se vieron amplificados llevando a los docentes a tomar decisiones para atender las necesidades de formación del estudiantado en ese contexto.

En el marco del Grupo: “Investigación Educativa” de la Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMDP), siendo integrantes del Proyecto de investigación: “Las prácticas docentes post-pandemia en profesores de Matemática formados y en formación” y como docentes en cursos de Matemática de primer año de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMDP, mantenemos frecuentes intercambios de opiniones con numerosos docentes de la Universidad que dictan asignaturas de Matemática en los primeros años de las carreras de las Facultades de Ciencias Exactas y Naturales, Ciencias Económicas e Ingeniería, referidas al nivel de conocimientos, en particular sobre trigonometría, de nuestros estudiantes. Estos docentes, coinciden en que los saberes que anteriormente se daban por adquiridos en la escuela secundaria, no han sido incorporados por los nuevos estudiantes universitarios, lo que dificulta el dictado de los contenidos específicos y como consecuencia se observa un rendimiento poco satisfactorio en el primer año de las carreras que se dictan en las facultades mencionadas. También manifiestan que la mayoría de los actuales estudiantes universitarios no solamente están menos preparados en temas de la matemática básica, sino que también presentan dificultades en sus hábitos de estudio.

Con el objetivo de conocer contenidos, estrategias y recursos utilizados por los docentes que dictaron la asignatura Matemática en Sexto Año de la Escuela Secundaria Superior que explique el nivel de conocimientos en trigonometría de los estudiantes, se realizó una encuesta.

Los docentes encuestados pertenecen a un conjunto de escuelas públicas y privadas de la ciudad de Mar del Plata, provincia de Buenos Aires, República Argentina.

Antecedentes

La matemática es necesaria en todos los ámbitos de la vida, sin embargo, en nuestro país existe un alto índice de fracaso escolar en dicha disciplina tal como señalan algunas evaluaciones tanto a nivel nacional como internacional.

Si bien los datos recolectados a través de las pruebas PISA en el año 2018, revelan que los niveles de desempeño en Matemática en nuestro país han caído con respecto al año 2012, también se desprende por los resultados de las pruebas APRENDER del año 2022, que esta brecha se ha incrementado ampliamente durante

el período de pandemia.

El operativo Aprender de la secundaria, se efectuó de forma censal durante el año 2022 siendo el primero en implementarse en ese nivel educativo tras la pandemia. Durante este procedimiento se realizaron evaluaciones a los estudiantes del último año de las escuelas medias. A partir de los resultados de las pruebas Aprender, difundidos por el Gobierno Nacional, se observa que el rendimiento de los estudiantes secundarios argentinos viene retrocediendo especialmente en el área de Matemática, ya que ahora son ocho de cada diez los jóvenes que terminan la escuela media sin un nivel satisfactorio en esta disciplina.

En la prueba Aprender administrada en el año 2019, se registró que el 71,4% de los alumnos secundarios que terminaban la escuela, lo hacían sin los conocimientos necesarios de Matemática, mientras que ahora ese porcentaje ha aumentado, alcanzando el 82,4%. Es decir, en solo 3 años se produjo un retroceso de 11 puntos. Además, es necesario destacar, que solo el 0,1% quedó en el nivel avanzando de Matemática y el 17,5% en el nivel satisfactorio.

Todos estos datos se ratifican con los resultados de las pruebas PISA 2022, donde más de siete de cada diez estudiantes de 15 años, más precisamente el 72,9%, no puede resolver un cálculo matemático básico acorde a su edad y que solo el 27% alcanzan o superan el nivel de desempeño básico.

Específicamente teniendo en cuenta el objetivo de este trabajo, es de importancia mencionar que según los Diseños Curriculares de Matemática del Ciclo Superior (6°ES), vigentes desde el año 2011, en el eje “Álgebra y Funciones” figura el contenido “Funciones Trigonométricas”. Esta temática forma parte de los programas de la mayoría de los cursos de ingresos a los niveles superiores de estudios y/o de las asignaturas de matemática de los primeros años de estos niveles y precisamente debido a la ausencia de estos conceptos en la mayoría de los nuevos estudiantes, es que varios docentes de la Universidad Nacional de Mar del Plata han manifestado su preocupación.

Marco teórico

La resolución de problemas en Matemática requiere la aplicación de métodos, modelos y estrategias lo más variados posible. Así, cobran relevancia los verbos: inducir, resolver, decidir, representar, verbalizar, explorar, investigar y muchos más.

Numerosos autores cuentan con publicaciones sobre la “resolución de problemas”. Entre ellos, el destacado matemático estadounidense Alan Schoenfeld, quien en *Mathematical problem solving* (1985) hace un análisis muy completo sobre el proceso que lleva a la resolución de problemas. Expone que dicho proceso se puede describir, analizar y explicar en base a cuatro variables: (1) los recursos o conocimientos

previos, (2) las heurísticas, (3) el control y (4) los sistemas de creencias.

Respecto de la enseñanza de la Trigonometría en la escuela secundaria, autores como Cantoral et al. (2015) señalan que uno de los aspectos fundamentales en la enseñanza de la trigonometría reside en la utilización en simultáneo de objetos, conceptos, procesos y prácticas. Por ello asegura que “la pluralidad de prácticas de referencia, su interacción con diversos contextos y la propia evolución de la vida del individuo o grupo, resignificarán los saberes hasta el momento construidos, enriqueciéndolos con nuevos significados” (p.15).

Según, Miguel de Guzmán et. al (1988): “Es necesario tratar con mayor detenimiento los temas que claramente en la opinión generalizada de los profesores, merecen especial énfasis. Entre éstos se pueden señalar: la estadística, la probabilidad, la geometría y la trigonometría” (p.4).

Metodología

Este trabajo se desarrolló mediante un estudio descriptivo para recopilar información detallada sobre la enseñanza de la Trigonometría en la Secundaria Superior.

Para ello, se realizó una encuesta a docentes de sexto año de la Secundaria Superior para conocer cuáles son los conceptos de trigonometría trabajados, como así también, metodologías y recursos utilizados.

Se empleó un formulario en línea que se difundió por medio de la Secretaría de Vinculación de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMDP, a los docentes de la secundaria superior de la ciudad de Mar del Plata. (Ver encuesta en ANEXO).

Participantes

La muestra seleccionada se compuso de 55 docentes de escuelas públicas y privadas de la ciudad de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina, que están a cargo de la asignatura Matemática en 6º año de la Educación Secundaria, en el ciclo Superior. De los docentes encuestados, 35 son de escuelas públicas y 20 de escuelas privadas de distintas orientaciones: Educación Física, Técnica, Arte y Comunicación, Ciencias Sociales y Humanidades, Naturales, y Economía y Administración. Se considera que la muestra es representativa dado que los docentes encuestados representan el 70% de los profesores de matemática de 6to año que desempeñan su actividad en escuelas distribuidas en distintas zonas geográficas de la ciudad.

Resultados de la encuesta

Análisis de los Datos

A partir de los datos recolectados, observamos que las orientaciones de los cursos donde trabajan los docentes son muy variadas. En su mayoría corresponden a “Ciencias Sociales y Humanidades” y a “Economía y Administración”, seguidas por “Ciencias Naturales” y “Arte y Comunicación”. En menor cantidad, aparecen las orientaciones de “Educación Física” y “Técnica” (ver Figura 1). No obstante, en el análisis de las respuestas de la encuesta, no se observan diferencias sustanciales relacionadas con la orientación en la que se desempeña cada docente.

Figura 1

¿Cuál es la orientación del curso donde trabajas?

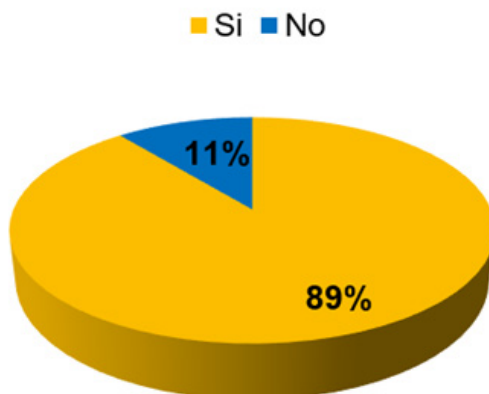


Nota: Elaboración propia

En primer lugar, se consultó a los docentes si durante el año 2022 enseñaron contenidos de Trigonometría en el sexto año de estudios del colegio secundario (ver Figura 2).

Figura 2

¿En el 2022 enseñaste trigonometría en sexto año?



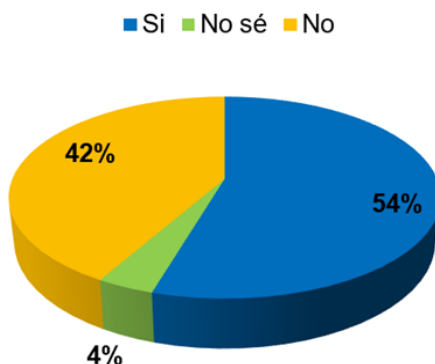
Nota: Elaboración propia

Observamos en el gráfico que un 89% de los docentes respondieron que han podido enseñar contenidos de Trigonometría durante el ciclo lectivo 2022, mientras que un 11% de los encuestados respondieron negativamente. Al consultar los motivos por lo que no se trabajaron estos temas, aparecieron respuestas como: “la falta de tiempo por retomar temas no vistos, correspondientes al anterior año de estudios” o porque “los estudiantes habían trabajado en forma parcial esta temática, en otros años”. Es necesario destacar que, según los Diseños Curriculares de la Provincia de Buenos Aires, en tercer año de secundaria básica y en cuarto año de secundaria superior se deben desarrollar contenidos de Trigonometría, pero éstos se centran en la aplicación de razones trigonométricas (seno, coseno y tangente) y en la resolución de triángulos rectángulos, mientras que el núcleo sintético de contenidos de sexto año se centra en las funciones trigonométricas y, como consecuencia del cálculo de sus raíces, en las ecuaciones trigonométricas.

Con respecto a la pregunta sobre si sus estudiantes contaban con conocimientos previos sobre Trigonometría, observamos que el 54% de los docentes respondieron afirmativamente, mientras que un 46% de los encuestados respondió que no tenían esta información o que sus estudiantes no contaban con conocimientos previos sobre el tema en estudio (ver Figura 3). Teniendo en cuenta lo expresado en el párrafo anterior, deducimos que en las instituciones educativas donde trabajan el 42% de los docentes que respondieron negativamente, no se han enseñado los contenidos de Trigonometría correspondientes a tercer y cuarto año explicitados en los Diseños Curriculares.

Figura 3

¿Contaban sus estudiantes con conocimientos previos sobre Trigonometría aprendidos en años anteriores?

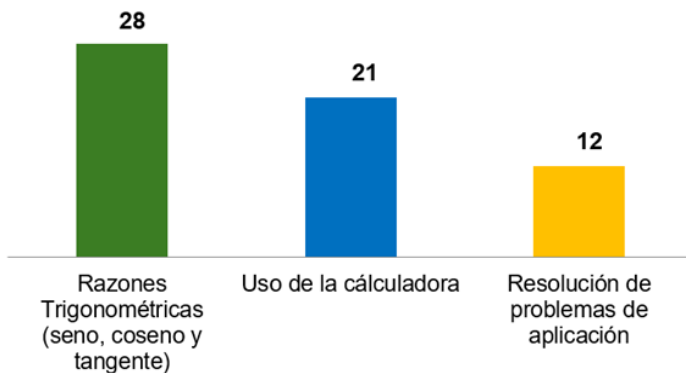


Nota: Elaboración propia.

Al 54% de los docentes que respondieron que sus estudiantes contaban con conocimientos previos sobre Trigonometría, se les consultó específicamente cuáles eran ellos (ver Figura 4).

Figura 4

Si tu respuesta anterior fue SI, ¿cuáles son dichos contenidos?



Nota: Elaboración propia.

Por tratarse de una pregunta abierta, fueron creadas categorías generales de

análisis que se agruparon por semejanza. La mayoría de los profesores respondieron que sus estudiantes habían trabajado previamente con las razones trigonométricas y que tenían conocimientos sobre el uso de la calculadora. En menor medida, sus estudiantes utilizaban estos contenidos para la resolución de problemas de aplicación. Luego, indagamos específicamente sobre la enseñanza de Trigonometría en sexto año al solicitarles a los docentes encuestados que seleccionen aquellos contenidos (ver Figura 5). Las temáticas de “Sistemas de medición de ángulos: sexagesimal y circular” y “Gráficas de las funciones Trigonómicas: análisis general” fueron las más enseñadas. Dos docentes indicaron que trabajaron con el Teorema del seno y del coseno, sin embargo, este contenido no corresponde al año en estudio.

Figura 5

Selecciona los contenidos de Trigonometría que llegaste a enseñar



Nota: Elaboración propia.

Por último, resulta de interés analizar cuáles son las estrategias y recursos que han utilizado los profesores en la enseñanza de estos contenidos. Observamos que las respuestas más seleccionadas se corresponden con estrategias y recursos más tradicionales, como el uso de calculadoras o la resolución de actividades en el pizarrón. La resolución de problemas, el trabajo y discusión en pequeños grupos, la utilización de diversos softwares como GeoGebra y de elementos de geometría fueron elegidos por varios de los docentes, mientras que la minoría de los profesores implementaron: actividades lúdicas, la visualización de videos sobre datos curiosos y el trabajo con notas históricas.

Figura 6*Selecciona las estrategias y recursos que utilizaste en el dictado del contenido**Nota:* Elaboración propia.

Algunas Reflexiones

Los resultados obtenidos reflejan que los docentes encuestados utilizaron mayoritariamente recursos y estrategias tradicionales. Con respecto a la profundidad en el tratamiento de la temática de Trigonometría, como así también el tiempo asignado a la misma, distan de ser los adecuados y plantean interrogantes sobre la preparación de los estudiantes para los desafíos académicos que enfrentarán en los primeros años de la universidad.

Avanzar positivamente, requiere de la puesta en práctica y aplicación de recursos tecnológicos, de docentes de todos los niveles que propongan estos contenidos haciendo énfasis en la formulación y resolución de variedad de situaciones problemáticas aplicadas a distintas áreas del saber y de estudiantes motivados y comprometidos en el proceso.

Para que los estudiantes comprendan totalmente conceptos sobre Trigonometría y/o sobre cualquier objeto matemático, es necesario que transiten por experiencias y prácticas diversas. De esta manera, serán los estudiantes los que puedan organizar y re-organizar una red de relaciones necesarias para fomentar su autonomía en el estudio. Es un desafío complejo, pero es importante que el estudiante tenga control de sus acciones y que de esta forma pueda evaluar su propio proceso de aprendizaje, ya que poseer habilidad matemática implica ejecutar acciones, desenvolverse, actuar adecuadamente y llegar a un buen fin.

El profesor es un factor clave para determinar el éxito o el fracaso de cualquier innovación en la enseñanza de la Matemática, ya que es un sujeto estratégico que

toma decisiones y ejerce su oficio en un ambiente dinámico y abierto. González et al. (2017) sugieren el empleo de diferentes softwares y programas informáticos como *GeoGebra*. A través de su uso, los estudiantes pueden aprender de forma dinámica realizando simulaciones o construcciones gráficas y geométricas. (p.401). Este hecho contribuye a fortalecer conceptos tales como el de “función” en Matemática, considerando que las soluciones a los problemas no sean tan sólo un elemento aislado.

En base a las consideraciones anteriores, se recomienda fomentar el trabajo colaborativo entre los docentes ya que no solo enriquece las experiencias individuales, sino que también fortalece al equipo en su conjunto. La colaboración permite compartir conocimientos, recursos y estrategias pedagógicas, identificando áreas de mejora y desarrollar soluciones creativas y efectivas.

ANEXO: LA ENCUESTA

Trigonometría

La siguiente encuesta es llevada a cabo por un grupo de investigación en Educación Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata. Está destinado a profesores de Matemática que desempeñen actividades en sexto año del Secundario Superior.

Las respuestas son de carácter anónimo.

1. El colegio donde trabajas es de gestión

Marca solo un óvalo.

☐ ...privada.

☐ ...pública.

2. ¿Cuál es la orientación del curso donde trabajas?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

☐ Economía y Administración

☐ Ciencias Naturales

☐ Humanidades

☐ Arte y Comunicación

☐ Técnica

☐ Otros: _____

3. ¿En el 2022 enseñaste trigonometría en sexto año?

Marca solo un óvalo.

☐ SI

☐ No

4. Si tu respuesta es NO, describe brevemente las causas.

5. ¿Contaban sus estudiantes con conocimientos de Trigonometría aprendidos en años anteriores?

Marca solo un óvalo.

☐ SI

☐ NO

☐ NO SÉ

6. Si tu respuesta anterior fue SI, ¿cuáles son dichos contenidos?

Selecciona todas las opciones que correspondan.

☐ Razones Trigonométricas (seno, coseno y tangente)

☐ Uso de la calculadora

☐ Resolución de problemas de aplicación

☐ Otros: _____

Si en el 2022 enseñaste Trigonometría en sexto año, responde las siguientes preguntas.

7. Selecciona los contenidos de Trigonometría que llegaste a enseñar

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ Sistemas de medición de ángulos: sexagesimal y circular
- ☐ Congruencia de ángulos y clases de congruencia
- ☐ Definición de las funciones trigonométricas en una circunferencia trigonométrica.
- ☐ Gráficas de las funciones trigonométricas: dominio, imagen: análisis general
- ☐ Relaciones entre las funciones de un mismo ángulo
- ☐ Identidades trigonométricas
- ☐ Ecuaciones trigonométricas
- ☐ Resolución de problemas de aplicación
- ☐ Otros: _____

8. Selecciona las estrategias y recursos que utilizaste en el dictado del contenido.

Selecciona todas las opciones que correspondan.

- ☐ Resolución de problemas
- ☐ Notas históricas sobre el origen de la trigonometría
- ☐ visualización de videos sobre datos curiosos o aplicaciones específicas
- ☐ Resolución en el pizarrón de actividades propuestas
- ☐ Discusión en pequeños grupos
- ☐ Utilización de la calculadora
- ☐ Utilización de software (GeoGebra, Desmos, Photomath, etc)
- ☐ Utilización de elementos de geometría (compás, regla , transportador)
- ☐ Otros: _____

¡Muchas gracias por tu colaboración!

Notas

¹ Profesora en Matemática (UNMDP). Magister en Informática Educativa (UNED). Profesor Adjunto del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMDP. Integrante del grupo de investigación: “Investigación Educativa” y Directora del proyecto de investigación: “Las prácticas docentes pospandemia en profesores de matemática formados y en formación”. Universidad Nacional de Mar del Plata. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7797-1428> E-mail: susana@mdp.edu.ar

² Profesor en Matemática (UNMDP). Esp. en Investigación Educativa (UNT). Profesor Adjunto en el área Enseñanza de la Matemática en la Fac. de Cs. Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Mar del Plata e integrante del grupo: "Investigación Educativa". Codirector del proyecto de investigación: "Las prácticas docentes pospandemia en profesores de matemática formados y en formación". Universidad Nacional de Mar del Plata. ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5600-5335> E-mail: gvaldez@mdp.edu.ar

³ Profesora en Matemática (UNMDP). Jefe de Trabajos Prácticos con dedicación parcial del Departamento de Matemática de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNMDP. Integrante del grupo de investigación "Investigación Educativa" e integrante del proyecto de investigación: "Las prácticas docentes pospandemia en profesores de matemática formados y en formación". Universidad Nacional de Mar del Plata. <https://orcid.org/0000-0003-2572-2192> E-mail: mpedrosa@mdp.edu.ar

⁴ Profesora en Matemática (UNMDP). Docente Fac. de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata e integrante del proyecto de investigación: "Las prácticas docentes pospandemia en profesores de matemática formados y en formación". Universidad Nacional de Mar del Plata. ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0002-3953-9305> E-mail: luciapalauro@yahoo.com

Referencias bibliográficas

Alsina, C.; Burgués, C., Fortuny, J., Giménez, J., Torra, M. (1996). *Enseñar Matemáticas*. Barcelona: Graó.

de Guzmán, M., Colera, J. y Salvador, A. (1988). *Matemáticas. Bachillerato 3*. Grupo Anaya S.A.

Cantoral, R., Montiel, G., y Reyes, D. (2015). Análisis del discurso Matemático Escolar en los libros de texto, una mirada desde la Teoría Socioepistemológica. *Avances de investigación en educación matemática*, 5(8), 9-28.

Dirección General de Cultura y Educación (2011). *Diseño Curricular para la educación Secundaria. Matemática Ciclo Superior. Sexto año*. Buenos Aires <https://abc.gob.ar/secretarias/sites/default/files/202105/Matem%C3%A1tica%20ciclo%20superior.pdf>

Fregona, D; Smith, S; Villarreal, M; Viola, F. (2017). *Formación de Profesores que enseñan Matemáticas y Prácticas Educativas en diferentes escenarios*. Córdoba. Argentina: Dila Fregona [et.al.]

González, M., Matilla, J., y Rosales, F. (2017). Potencialidades del software GeoGebra en la enseñanza de la matemática estudio de caso de su aplicación en la trigonometría. *Roca: Revista Científico Educaciones de la Provincia de Granma*, 13(4), 401-415. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6759725>Herrera (2013)

León, C. (2017). *Juan Cortázar y su contribución a la formación matemática española en el siglo XIX*. (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba. España.

Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología (2018) *Argentina en PISA 2018*.

https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/argentina_en_pisa_2018_informe_de_resultados.pdf

Ministerio de Educación Argentina. Secretaría de Evaluación e Información Educativa. Resulta-

Enseñanza de la trigonometría en la escuela secundaria ciclo superior y su influencia en el primer año universitario: perspectivas docentes y efectos de la pandemia

dos APRENDER 2022. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2023/06/_resultados_a_nivel_nacional_aprender_2022_en_nivel_secundario__secretaria_de_informacion_y_evaluacion_educativa.pptx_1.pdf

Ministerio de Educación Argentina. Secretaria de Evaluación e Información Educativa Resultados PISA 2022.

<https://www.argentina.gob.ar/educacion/evaluacion-e-informacion-educativa/evaluacion-pisa>
Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando, VA: Academic Press.