



# ANÁLISIS DE LA IDONEIDAD DIDÁCTICA EN SITUACIONES DE CRECIMIENTO POBLACIONAL EN LA ESCUELA SECUNDARIA

## ANALYSIS OF DIDACTIC SUITABILITY IN POPULATION GROWTH SITUATIONS IN SECONDARY SCHOOL

**Claudio Rodríguez<sup>1</sup>**

 ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0005-8054-2620>

**Ricardo Fabián Espinoza<sup>2</sup>**

 ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8921-6956>

### RESUMEN

Este estudio se enfoca en la valoración de una práctica didáctica llevada a cabo con estudiantes de Educación Secundaria de Argentina. Tal valoración se realiza a partir de la noción de idoneidad didáctica, constructo teórico y metodológico del Enfoque Ontosemiótico (EOS) del Conocimiento y la instrucción matemática. A través de actividades basadas en la modelización de problemas de crecimiento poblacional, se evalúa la comprensión de los estudiantes de la función logística mediante la aplicación de un instrumento de indagación, el que fue refinado y validado mediante un riguroso proceso que incluyó la aplicación de elementos teóricos del EOS y la valoración de pares académicos. Los resultados muestran que una enseñanza con alta idoneidad didáctica no solo mejora el aprendizaje, sino también la motivación de los estudiantes. Además, la modelización matemática con funciones logísticas puede ser una herramienta poderosa para enriquecer el currículo escolar y fomentar un aprendizaje más significativo en relación con el empleo de situaciones reales.

**Palabras clave:** Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática, idoneidad didáctica, función logística, crecimiento poblacional, modelización.

### ABSTRACT

This study focuses on the assessment of didactic practices carried out with secondary school students in Argentina. The assessment is based on the notion of Didactic Suitability, a theoretical and methodological construct of the Ontosemiotic Approach to Mathematical Knowledge and Instruction (EOS). Through activities based on the modeling of population growth problems, students understanding of the logistic function is evaluated using an inquiry instrument, which was refined and validated through a rigorous process that included theoretical elements of the EOS and peer

1 Departamento de Ciencias Ambientales y Aplicadas, Universidad Nacional Scalabrini Ortiz, San Isidro, Buenos Aires, República Argentina, C. P. 1643. Correo electrónico: csrodriguez@unsanisisidro.edu.ar

2 Departamento de Matemática, Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Corrientes, República Argentina, C. P. 3400. Correo electrónico: rrfespinoza@exa.unne.edu.ar

review by academics. The results show that teaching with high didactic suitability not only improves learning but also enhances student motivation. In addition, mathematical modeling with logistic functions can be a powerful tool to enrich the school curriculum and foster more meaningful learning using real-world situations.

**Keywords:** Ontosemiotic Approach to Mathematical Knowledge and Instruction. Didactic Suitability. Logistic Function. Population Growth. Modeling.

## 1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo se dirige al análisis de la comprensión lograda por estudiantes de la escuela secundaria cuando se promueve en ellos un proceso de modelización, basado en la resolución de problemas reales. Para ello, se elaboró y validó un instrumento de indagación que contiene una muestra de problemas relacionados con el crecimiento poblacional. El Ministerio de Educación Argentina señala la importancia de reconocer que la modelización,

desempeña un papel fundamental dentro del campo de la práctica matemática, ya que implica la habilidad de identificar las relaciones pertinentes y las variables involucradas, seleccionar representaciones adecuadas, utilizar las propiedades adecuadas para justificar los procedimientos empleados, analizar y reinterpretar resultados a la luz de un problema original planteado, entre otras bondades. Este reconocimiento resalta la importancia de considerarla como un componente esencial en el proceso de producción matemática, permitiendo abordar de manera efectiva situaciones desafiantes y ampliando las posibilidades de comprensión y resolución de problemas (*Núcleos de aprendizaje prioritarios*, 2004-2012, p. 18).

A lo largo del trabajo reportado se presentan aportes a la enseñanza de la matemática que fomentan la reflexión y el análisis crítico en torno a las siguientes cuestiones:

- la selección de situaciones de crecimiento poblacional y la función logística, como un aporte significativo de clases de problemas para implementar en la clase de matemática;
- el diseño y validación del instrumento de indagación, desarrollado mediante un riguroso proceso de evaluación y validación (elaboración, implementación preliminar, exploración áulica, análisis y recomendaciones por parte de pares expertos, reelaboración y nueva implementación) para recopilar datos relevantes que respalden los objetivos planteados;
- el análisis ontológico y semiótico basado en el EOS, haciendo énfasis particular en la idoneidad didáctica del trabajo de estudiantes en clases con situaciones decrecimiento poblacional.

## 2. ELEMENTOS TEÓRICOS Y CONCEPTUALES

El EOS tuvo sus inicios en la Universidad de Granada de la mano de Juan Díaz Godino y sus colaboradores. Se compone de la Teoría de los Significados Sistémicos (TSS), la Teoría de las Funciones Semióticas (TFS) y la Teoría de las Configuraciones Didácticas (TCD).

Para el EOS, la didáctica debe dar respuesta a dos demandas: comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje de la matemática, y guiar estos procesos. Para cumplir con la primera demanda son necesarias herramientas que posibiliten la descripción, interpretación y

explicación de los procesos educativos a partir de investigaciones teóricas. Estas permitirían el desarrollo de marcos teóricos aplicables al estudio de los procesos mencionados, originando la ampliación de los marcos. En el caso de la segunda demanda, resulta necesario realizar una valoración de los procesos, y con base en esto, proponer mejoras (Pochulu, 2015).

En relación con su denominación, el aspecto ontológico deriva del análisis de la existencia o inexistencia de entidades u objetos. Respecto del aspecto semiótico, este se ocupa de descubrir y analizar la verdadera significación que los objetos o entidades poseen, su relevancia y cómo se interrelacionan, entre otras particularidades.

Godino, Batanero y Font (2009) referencian a Steiner *et al.* (1984) para definir que el fin de la didáctica de las matemáticas, como disciplina de investigación, se halla en el estudio de los factores que condicionan los procesos de enseñanza y aprendizaje y el desarrollo de programas que apunten a mejorarlos.

Como encuadre teórico fundamental de este trabajo se adopta la noción de idoneidad didáctica, constructo del EOS particularmente importante para la valoración de situaciones didácticas, en permanente estado de uso y refinamiento en la comunidad académica.

## 2.2 La noción de Idoneidad Didáctica y sus facetas

El concepto de idoneidad didáctica hace referencia a la medida en que un proceso de enseñanza cumple con ciertas cualidades que lo hacen ser considerado como eficiente o apropiado para lograr que los estudiantes puedan comprender los conceptos personales (aprendizaje) y los conceptos establecidos por la institución (enseñanza), teniendo en cuenta las situaciones y recursos disponibles en su entorno (Godino, Batanero y Font, 2020. Godino y Burgos, 2020).

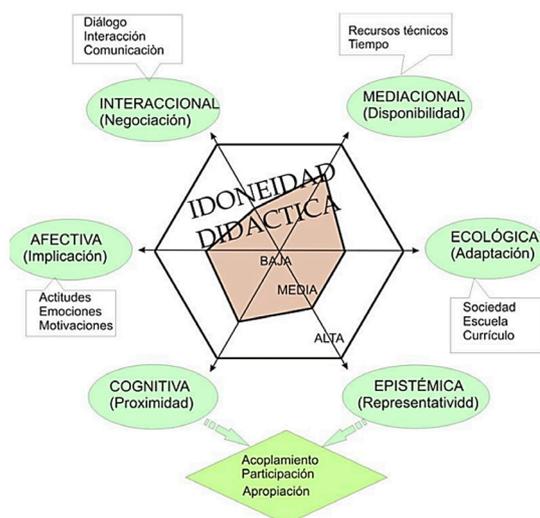
Esto implica la coordinación coherente y sistémica de seis facetas de idoneidad relacionadas con los aspectos intervinientes en un proceso de enseñanza (Godino *et al.*, 2009):

- Idoneidad epistémica, se refiere al grado en que los conceptos institucionales implementados coinciden con un concepto de referencia.
- Idoneidad ecológica, está relacionada con la adaptación del proceso de estudio al plan educativo de la institución, la escuela y la sociedad, considerando las influencias del entorno en el que se lleva a cabo.
- Idoneidad cognitiva, se refiere a cuánto se ajustan los conceptos implementados a la capacidad de aprendizaje de los estudiantes y a la cercanía entre los conceptos personales adquiridos y los conceptos deseados.
- La Idoneidad afectiva expresa la participación y el interés del alumnado en el proceso de enseñanza.
- Idoneidad interaccional, se refiere a cuánto las configuraciones de enseñanza implementadas y su interconexión permiten abordar y resolver posibles conflictos de comunicación que surgen durante el proceso de enseñanza.
- Finalmente, la idoneidad mediacional se refiere al nivel de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La noción de idoneidad didáctica junto con sus seis facetas proporciona pautas para determinar la relevancia en un proceso de instrucción matemática. Un hecho didáctico se considera relevante si ofrece información práctica valiosa acerca del avance del proceso, y si se relaciona con cualquiera de las facetas de idoneidad previamente definidas.

La idoneidad de un proceso de estudio pretendido, donde *a priori* se supone un grado máximo de las idoneidades parciales, se representa como un hexágono regular. El irregular interno correspondería a las idoneidades efectivamente logradas luego de un proceso de estudio implementado. En la base se sitúan las idoneidades epistémica y cognitiva, ya que se considera que el proceso de estudio gira alrededor del desarrollo de unos conocimientos específicos (Godino, 2011).

**Figura 1. Idoneidad didáctica.**



**Fuente:** Godino (2011, p. 6).

## 2.2 Indicadores de Idoneidad Didáctica

Para Godino (2011) y Aroza *et al.* (2016), los indicadores de idoneidad didáctica constituyen herramientas clave para evaluar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje en función de la teoría de la idoneidad didáctica, desarrollada dentro del Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática (EOS). Estos indicadores permiten analizar y medir, de manera más objetiva y sistemática, cómo los elementos involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje se alinean con los objetivos pedagógicos y las expectativas de desarrollo cognitivo y afectivo de los estudiantes.

Es posible encontrar tablas con indicadores de idoneidad; las mismas no se expondrán, pero pueden encontrarse en Godino (2011). Se detallan los principales indicadores de idoneidad didáctica, los cuales se utilizan para evaluar y mejorar las prácticas educativas:

- **Indicadores Epistémicos.** Estos indicadores valoran el grado de representatividad y coherencia de los significados institucionales que se enseñan en relación con los

significados de referencia. Se centran en la adecuación de los contenidos matemáticos seleccionados y su pertinencia en función de los objetivos curriculares.

- **Indicadores Cognitivos.** Evalúan en qué medida las actividades y contenidos propuestos están dentro de la zona de desarrollo potencial de los estudiantes; es decir, si se ajustan a sus capacidades cognitivas actuales y promueven un aprendizaje efectivo.
- **Indicadores Interaccionales.** Se enfocan en la calidad de las interacciones que ocurren en el aula, tanto entre el docente y los estudiantes como entre los propios estudiantes. Estos indicadores buscan identificar si el proceso de enseñanza fomenta la participación activa y el debate constructivo, y si se abordan y resuelven los conflictos semióticos que surgen durante el aprendizaje.
- **Indicadores Mediacionales.** Miden la adecuación de los recursos materiales y temporales disponibles para el desarrollo de la enseñanza, como el uso de tecnologías educativas, la calidad de los materiales didácticos, y la distribución del tiempo en las actividades de aprendizaje.
- **Indicadores Afectivos.** Estos indicadores valoran el grado de implicación emocional y motivacional de los estudiantes durante el proceso de estudio. Se trata de analizar si las actividades propuestas generan interés, motivación y una actitud positiva hacia el aprendizaje de las matemáticas.
- **Indicadores Ecológicos.** Se centran en la coherencia entre el proceso educativo y el contexto institucional, social y cultural en el que se desarrolla. Estos indicadores valoran si la enseñanza está alineada con el proyecto educativo del centro y responde a las necesidades y características del entorno.

### 3. ABORDAJE METODOLÓGICO

#### 3.1 Diseño de Investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, utilizando la metodología de investigación de diseño. Este enfoque es particularmente adecuado para estudios en educación, ya que permite explorar cómo las intervenciones educativas pueden mejorar la comprensión y el aprendizaje de los estudiantes.

Para indagar sobre estas características resulta importante establecer lo que Cobb *et al.* (2003) definen como un experimento de diseño: consiste en una metodología de investigación educativa que implica la creación y prueba de intervenciones educativas innovadoras. Las mismas estarían basadas en el diseño de instrumentos de indagación para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Estos experimentos se llevan a cabo en contextos educativos reales y se basan en la iteración y la revisión sistemática para desarrollar teorías de aprendizaje de dominio específico.

Asimismo, en semejanza con lo planteado por Rivas (2014) esta exploración es de carácter cualitativa, puesto que reúne las siguientes características propias de estos estudios:

- se usa un proceso inductivo (explorar, describir y luego generar perspectivas generales);
- la técnica para recolectar datos es la revisión de documentos;
- se fundamenta en una perspectiva interpretativa; y, por último,
- no pretende generalizar de manera probabilística los resultados.

Cabe destacar que los indicadores de la idoneidad didáctica adoptados no pretenden constituirse en una categorización exhaustiva. Tampoco perseguimos el interés de una generalización de tipo estadística, aplicable a otros contextos. Tales indicadores cumplen el propósito de aportar al análisis y valorar la implementación del instrumento de indagación en las aulas.

### 3.2 Población y Muestra

La muestra consistió en 14 estudiantes de quinto año de Secundaria del Instituto Cervantes en Boulogne Sur Mer, una institución educativa ubicada en la provincia de Buenos Aires. Representaron un grupo típico en términos de diversidad de antecedentes académicos y habilidades matemáticas. El estudio se realizó en el marco del curso de Matemática regular, con el apoyo de sus docentes.

El Instituto Cervantes fue seleccionado por su compromiso con la innovación educativa y su interés en implementar nuevas estrategias pedagógicas para mejorar la enseñanza de las matemáticas. Los estudiantes participantes tenían una base sólida en matemáticas, habiendo cubierto previamente temas como funciones exponenciales y logarítmicas. Esto les proporcionó un contexto adecuado para la introducción de la función logística y su aplicación en la modelización de problemas de crecimiento.

### 3.3 Validación del instrumento y puesta en práctica

El instrumento de indagación utilizado en este estudio fue diseñado para evaluar la comprensión de los estudiantes sobre la función logística y su aplicación en la modelización del crecimiento poblacional. El instrumento incluye una serie de situaciones-problema seleccionados para explorar diferentes aspectos de la función logística, como la identificación de la capacidad de carga, la interpretación de la tasa de crecimiento y la comparación entre crecimiento exponencial y logístico.

Las actividades se diseñaron para ser contextualizadas y relevantes, utilizando ejemplos de crecimiento poblacional de especies animales y humanas donde el crecimiento está limitado por recursos. Este enfoque permite a los estudiantes visualizar cómo los conceptos matemáticos se aplican a problemas reales, y les ayuda a desarrollar una comprensión más profunda y significativa.

Cada actividad fue diseñada para abordar específicamente una o más de las facetas de la idoneidad didáctica. Por ejemplo, una actividad requería que los estudiantes ajustaran los parámetros de la función logística para modelizar el crecimiento de una población de ciervos en una isla limitada por recursos, y fue diseñada para evaluar la faceta epistémica, ya que requería una comprensión profunda de cómo la capacidad de carga afecta la forma de la curva

de crecimiento. Otra actividad, que involucraba la discusión en grupo y la presentación de diferentes modelos a la clase, fue diseñada para evaluar la faceta interaccional, pues fomentaba la colaboración y el intercambio de ideas.

Previamente a los encuentros donde se trabajó con el instrumento, se realizaron reuniones con la docente a cargo de la cátedra con el objetivo de diseñar las clases previas. En dichas charlas se profundizó sobre aspectos referentes al uso de herramientas como el software GeoGebra para la resolución de las consignas, el correcto uso de las calculadoras, la importancia del intercambio entre pares, tanto de los procedimientos como de los argumentos, con el objetivo de generar espacios de debate sobre las resoluciones, la validación de las conjeturas, y otros aspectos.

Cabe destacar que, el instrumento llevado al aula no implicó para los alumnos una resolución individual, únicamente, sino en el ámbito de clases bajo el acompañamiento de los investigadores y la docente a cargo. Dichos espacios de trabajo estuvieron caracterizados por:

- la resolución de manera individual y grupal;
- la exposición de procedimientos y posterior debate entre pares;
- el uso de herramientas tecnológicas (*smartphones, tablet, notebook*, GeoGebra);
- la repetición de preguntas por parte de los docentes, con el fin de promover la reflexión en los alumnos;
- la exposición de las conclusiones por parte de los estudiantes;
- la institucionalización a partir de los procedimientos y argumentos expuestos.

A continuación, se presentan las actividades que componen el instrumento de indagación:

**Actividad Nro. 1:**

*A comienzos del siglo pasado se introdujeron en la Patagonia Argentina numerosas especies de animales como el ciervo colorado. Éste fue traído desde Europa alrededor de 1906 a la provincia de La Pampa y liberado en 1924 en la zona cordillerana. Progresivamente fue expandiendo su hábitat.*

*Si en una isla, en la que no se registró presencia de estos animales, se colocaron 100 ejemplares de ambos sexos teniendo una tasa de crecimiento poblacional anual del 10%, es decir, que el primer año habría 10 ciervos más, el segundo 11 más que el anterior y así sucesivamente.*

*a- Establecer una función que describa dicho crecimiento, ¿Qué tipo de función representa el crecimiento de dicha población?*

*Si en otra isla en la que tampoco se registraba presencia de dicha especie se implantaron 100 ciervos colorados, en este caso, la función que modeliza el crecimiento de la población de ciervos es la función logística:*

$$CL(t) = \frac{1\ 000}{1 + 9 \cdot e^{-0,09 \cdot t}}$$

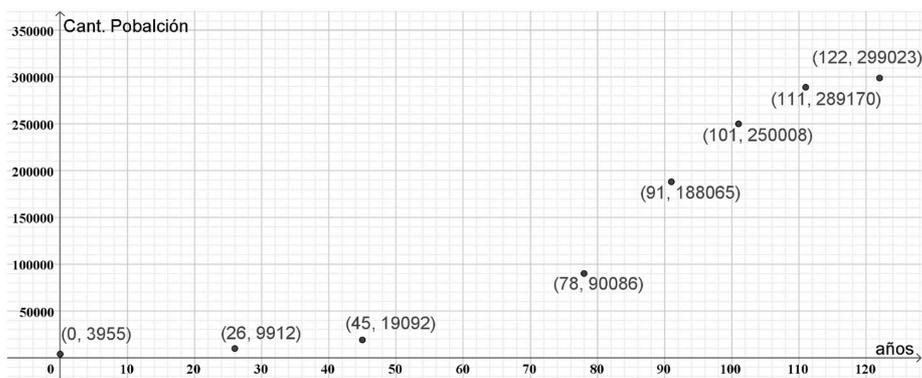
A partir de la comparación entre ambos modelos, responder:

b- Las poblaciones descritas por  $CE(t)$  y  $CL(t)$ , ¿tendrán un límite superior? Si es así, indique cuál es en cada caso.

c- ¿Cuál de los dos modelos funcionales se aproxima más a un modelo de la realidad? Explique y fundamente los motivos de su elección.

### Actividad Nro. 2:

El primer censo de población realizado en nuestro país fue en 1869, durante la presidencia de Domingo Faustino Sarmiento. En base a los acuerdos internacionales, la Constitución actual de la Nación Argentina y la legislación vigente, se estipula que deben realizarse cada 10 años. Esto se cumple desde 1960, a excepción del 1990 y 2000 (postergados por un año, por razones presupuestarias) y el de 2020 (postergado por la pandemia de COVID-19). La siguiente distribución de puntos muestra la cantidad de población a lo largo de los censos realizados en el distrito de San Isidro, provincia de Buenos Aires, donde se considera a al año 1869 como  $t=0$ :



a- Usar la presentación de GeoGebra “Crecimiento poblacional de San Isidro” (<https://www.geogebra.org/m/vsr8zqnb>) para encontrar una función logística que se aproxime a la mayor cantidad de puntos del modelo mencionado.

b- Si, según información oficial, para los años 2.001, 2.010 y 2.020 había 291.505, 292.878 y 292.224 respectivamente, ¿la función encontrada sigue siendo válida? ¿Por qué?

c- ¿Cuál será el dominio e imagen para la función encontrada en el graficador? ¿Dicho dominio e imagen se relacionan con la situación real planteada? Justificar su respuesta.

### Actividad Nro. 3:

La gráfica de la función logística  $f(x) = \frac{a}{b+c \cdot e^{kx}}$  es una curva continua con forma de S que se puede aplicar en distintos crecimientos poblacionales. A partir de lo mencionado y la presentación de GeoGebra “Parámetros de la Función Logística” (<https://www.geogebra.org/m/swunf9qg>) que muestra la variación de los parámetros y, responder:

a- ¿Para qué valores de  $a$ ,  $b$ ,  $c$  y  $k$  la curva cumple con las condiciones mencionadas?

¿De qué parámetros depende la población inicial? ¿y el límite de población?

c- A nivel mundial, uno de los modelos matemáticos que describe el crecimiento poblacional está dado por la función  $PM(t) = \frac{73,2}{6,1+5,9 \cdot e^{-0,02 \cdot t}}$  donde  $t=0$  se corresponde con el año 2000 y la población  $P(t)$  se mide en miles de millones de personas. ¿Cuál fue la población inicial?

Considerando la función  $PM(t)$  del ítem c, si para valores de muy grandes el término  $5,9 \cdot e^{-0,02 \cdot t}$  se aproxima a cero, determinar el valor del denominador. ¿Cuál será la población límite? A partir de lo analizado, elabore una fórmula que permita anticipar dicho límite.

En cuanto a las fases de la investigación, podemos decir que la **primera fase** consistió en la elaboración de un marco institucional de referencia establecido mediante configuraciones epistémicas ligadas al crecimiento poblacional a partir de la modelización de funciones logísticas. Se establecieron problemas que abarcaran una cantidad de conceptos significativos.

Luego de una exhaustiva revisión de antecedentes, diseños curriculares, documentos ministeriales y libros de texto, llevada a cabo en el primer semestre de dicho año, se generó un cuestionamiento respecto al uso de funciones exponenciales para representar situaciones de crecimiento poblacional, en contraposición con la función logística.

La falta de cotas superiores en los crecimientos exponenciales y la mayor cercanía a la realidad por parte de los crecimientos logísticos -que sí tienen en cuenta los recursos finitos del medio que rodea a una situación determinada- resultó llamativo. Por tal motivo, se optó por la elaboración de un instrumento enfocado solo en estas últimas.

Con las actividades presentadas en el documento se buscó establecer un espacio de reflexión, así como de elaboración de conjeturas y redes conceptuales por parte de los estudiantes. Es importante mencionar que la función logística no es un contenido específico que se encuentre en dichos documentos, pero se puede desprender como un caso relacionado con las funciones exponenciales. Estas pueden encontrarse en el quinto capítulo de la investigación.

La **primera fase** llevó a la elaboración de una nueva versión que fue implementada como prueba piloto; esto dio inicio a la **segunda fase** y fue de gran ayuda para la recolección de datos previos, la mejora del análisis *a priori*, una aproximación más cercana al tiempo de resolución por parte de estudiantes, la reestructuración de las consignas y la implementación de recursos tecnológicos que apuntaran a generar actividades más ricas y reflexivas en la versión final.

De una prueba piloto se pudieron establecer una aproximación más real de los tiempos de resolución, cantidad de estudiantes, recursos materiales y tecnológicos, así como características de la población y del espacio de trabajo.

Luego de la aplicación piloto y de los datos recolectados a partir del análisis de los sistemas de prácticas implementados por los participantes, y del estudio *a posteriori* de los datos recolectados, se determinó la incorporación de recursos tecnológicos como el software GeoGebra para el trabajo de las consignas. Es en esta etapa y, a partir de las modificaciones, que dio inicio la **fase tres**.

Se buscó generar una herramienta de recolección de datos con consignas consistentes, que abarcará la mayor cantidad de conceptos, donde intervinieran distintos lenguajes, que fuera variada en procedimientos y permitiera generar argumentos reflexivos más sólidos.

Por otro lado, se elaboró una tabla exhaustiva que orientara a los pares expertos en cuáles aspectos considerar para su evaluación. Las construcciones que se utilizarían en cada situación-problema se subieron a la página de GeoGebra (solo accesible para los evaluadores del instrumento).

La **cuarta fase** se situó luego de la evaluación y devolución hecha por los pares expertos. Se realizó una corrección posterior de las consignas y de los recursos tecnológicos incorporados en la prueba piloto. Esto permitió generar la versión final del instrumento de indagación.

La **quinta fase** consistió en la administración de la versión final del instrumento. Los recursos tecnológicos que se implementaron fueron accesibles tanto desde *netbook* como desde celulares en línea. Esto permitió que todos los estudiantes tuvieran acceso sin inconvenientes, y la fácil manipulación de los archivos elaborados.

Luego de la aplicación final se realizó el análisis de la comprensión alcanzada por los estudiantes a partir del instrumento de recolección de datos implementado (**sexta fase**).

## 4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

En los siguientes apartados se realiza un análisis y valoración de los indicadores de idoneidad didáctica en relación con las producciones obtenidas de los estudiantes, luego de haber implementado la versión final del instrumento de indagación.

Respecto de la interacción entre facetas, por una cuestión de extensión del presente artículo no se realizará la valoración de la misma. Por otro lado, se exponen las tablas de manera parcial; es decir, no se presentarán todos los indicadores utilizados en la investigación con la finalidad de no superar dicho límite.

Según Godino *et al.* (2006), la valoración de la idoneidad didáctica es un proceso complejo, ya que implica diversas dimensiones estructuradas en distintas componentes. Cabe destacar que tanto unas como las otras no son observables directamente, por lo que es necesario inferirlas a partir de indicadores empíricos.

El criterio de calificación fue cualitativo y se rigió por la categorización realizada por Rivas (2014), quien estableció tres grupos: idoneidad baja, si el porcentaje de indicadores alcanzados era menor al 40%; idoneidad media, cuando el valor se encontraba entre el 40% y el 70%; e idoneidad alta, si el porcentaje era mayor o igual al 70%.

### 4.1 Análisis y valoración de la Idoneidad Epistémica

En relación con la faceta de idoneidad epistémica, se comparten algunos de los indicadores que se tuvieron en cuenta en la investigación en la Tabla 1.

**Tabla 1. Componentes e indicadores de idoneidad epistémica.**

Componentes	Indicadores
<b>Situaciones-Problemas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conforman una variedad de clases de problemas para 5o año de la Escuela Secundaria y los profundiza al incorporar a la Función Logística como un eje central de trabajo.</li> <li>- Se incluyen problemas significativos del mundo real que puedan ser desarrollados por medio del proceso de resolución de problemas estadísticos.</li> <li>- Se promueve el uso de problemas abiertos (de tipo heurístico) que admiten el uso de estrategias variadas de resolución</li> <li>- Se incluyen problemas para introducir, desarrollar y aplicar nociones de crecimiento poblacional.</li> </ul>
<b>Lenguajes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El planteamiento de las situaciones-problema se realiza de manera coloquial, simbólica o gráfica, adaptándose a la naturaleza específica de la actividad.</li> <li>- El nivel de lenguaje utilizado se adecua a los destinatarios, aunque es importante tener en cuenta que algunas representaciones simbólicas pueden plantear dificultades para la resolución de las actividades propuestas.</li> </ul>
<b>Reglas (definiciones, proposiciones, procedimientos)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se fomenta la generación de procedimientos, propiedades y argumentos.</li> <li>- Se promueve la comprensión emergente de la función logística a través del análisis del crecimiento poblacional.</li> <li>- Se introduce el concepto clave del crecimiento poblacional y el uso de funciones matemáticas para su modelado.</li> </ul>
<b>Argumentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se promueve el razonamiento y la demostración como una actividad fundamental de la actividad matemática.</li> <li>- Se fomentan maneras de justificar acordes al nivel de los estudiantes.</li> </ul>
<b>Relaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En las situaciones propuestas, los objetos matemáticos primarios se relacionan entre sí y se sustentan en la resolución de los problemas planteados.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración basada en Godino (2011, p. 9).

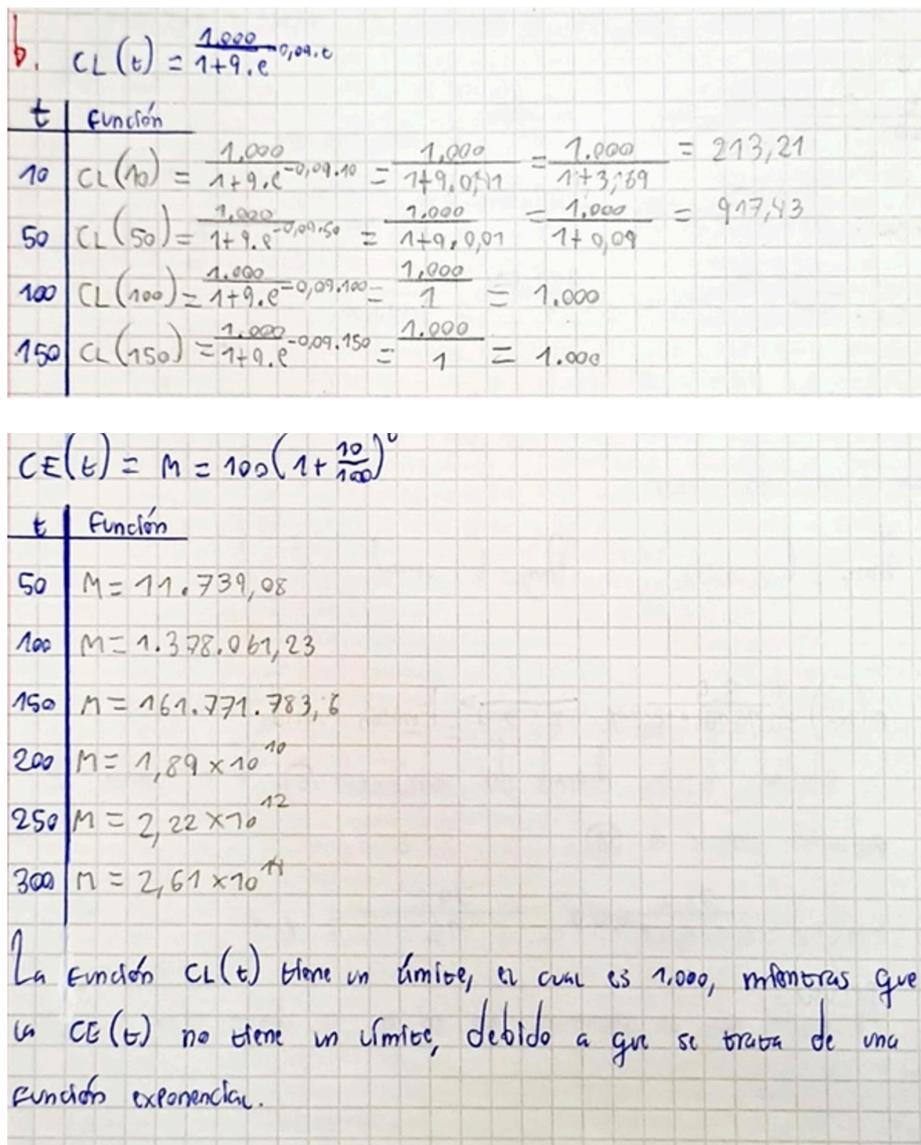
Según Castillo *et al.* (2022), desde una mirada pragmática del EOS los significados se definen a partir de las configuraciones de prácticas, objetos y procesos que movilizan a una persona respecto de situaciones-problema.

En relación con las *situaciones-problema* propuestas en el instrumento de recolección de datos, las mismas tocan la temática del crecimiento poblacional desde una función novedosa (la función logística) respecto de la que habitualmente se trabaja en la Escuela Secundaria (función exponencial). Más allá de esto, la mirada con la que se elaboraron dichas situaciones se enmarca en los Indicadores de Progresión de los Aprendizajes Prioritarios (IPAP, 2018), el *Marco Nacional para la mejora del aprendizaje en Matemática* (MOA, 2019), el *Diseño Curricular de Matemática para Nivel Secundario* (2011) y los Núcleos de Aprendizaje

Prioritarios (NAP). Estos documentos oficiales plantean la necesidad de modelizar situaciones internas y externas a la matemática.

Respecto del *lenguaje* y, con base en lo planteado por los pares expertos que analizaron el instrumento, se contempló que los problemas se pudieran resolver ya sea desde procedimientos numéricos, teóricos o gráficos. Se pudo observar en las producciones vestigios de trabajos que abarcan varios tipos de lenguaje, como se muestra en la Figura 2.

**Figura 2. Ejemplo de desempeño a nivel tabular y coloquial.**

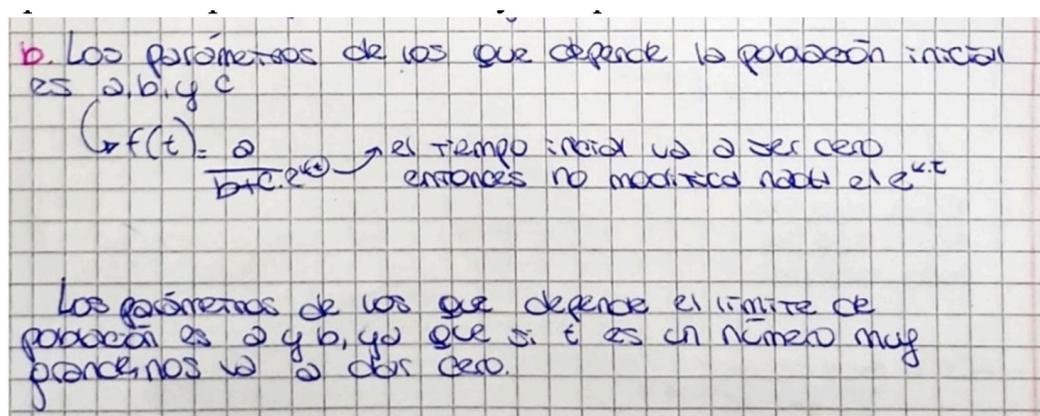


**Fuente:** Elaboración propia.

Acerca de las reglas, se contemplaron cuestiones como que los conceptos, proposiciones y procedimientos surgieran de manera intuitiva y luego se fueran formalizando a lo largo de la segunda y tercera situación. Los niveles de dificultad fueron progresivos y secuenciados, de forma que el primer problema permitiera generar aproximaciones cognitivas que ayudaran en los siguientes.

En cuanto a los indicadores para *argumentos*, se incorporaron y adaptaron aquellos que permiten analizar si se favorece la justificación de los enunciados y proposiciones matemáticas mediante diversos tipos de razonamientos y métodos de prueba. En la Figura 3 se pueden observar procesos argumentales respecto de la tercera situación, en relación con el armado de una fórmula general que permita determinar la población inicial. Esta aproximación se enmarcaría en lo indicado dentro de los NAP al establecerse la importancia de la validación de conjeturas y afirmaciones de carácter general mediante propiedades matemáticas.

**Figura 3. Ejemplo de desempeño a nivel tabular y coloquial.**



**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.2 Análisis y valoración de la Idoneidad Ecológica

Los indicadores en relación con la faceta ecológica fueron los que se comparten a continuación en la Tabla 2.

**Tabla 2. Componentes e indicadores de idoneidad ecológica.**

Componentes	Indicadores
Adaptación al currículo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los contenidos implicados en las prácticas matemáticas no son explícitamente parte del diseño curricular. Sin embargo, en el marco legal utilizado se hace referencia al estudio de situaciones en contextos reales, lo que conduce a trabajar con la Función Logística como un concepto emergente al analizar situaciones donde intervengan crecimientos poblacionales.</li> </ul>

Componentes	Indicadores
<b>Apertura hacia la innovación didáctica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En la elaboración del instrumento, fue preponderante la necesidad explícita de los NAP, IPAP, MOA, etc., de trabajar con modelos matemáticos relacionados con situaciones de contextos reales. Por ello, se trabaja con actividades que incluyen datos extraídos de fuentes verídicas en mayor o menor medida.</li> <li>- La innovación también se evidencia en la integración de nuevas tecnologías (ordenadores, TIC, etc.) en el instrumento, las cuales cumplen con criterios de pertinencia y se vuelven esenciales para el desarrollo de los problemas.</li> </ul>
<b>Adaptación socio-profesional y cultural</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se establecen conexiones entre los contenidos con diferentes contextos de la vida cotidiana (situaciones-problema basadas en casos reales).</li> </ul>
<b>Educación en valores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La elaboración de los problemas que componen el instrumento de indagación está en consonancia con la mirada del diseño curricular para Matemática (5o. año).</li> <li>- Se pone en el centro de las preocupaciones el desafío de lograr la inclusión y la permanencia con el objetivo de que los y las estudiantes finalicen la educación obligatoria, asegurando los conocimientos y las herramientas necesarias para cumplir los tres fines de este nivel de enseñanza: la formación de ciudadanos y ciudadanas, la preparación para el mundo del trabajo y para la continuación de estudios superiores.</li> <li>- Se apela a una visión de los jóvenes como sujetos de acción que puedan tener una mirada crítica y reflexiva del medio que los rodea. Esta búsqueda puede evidenciarse en las distintas actividades que se proponen en cada situación-problema.</li> </ul>
<b>Conexiones intra e interdisciplinarias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los contenidos del instrumento se vinculan con otros contenidos intra e interdisciplinarios, ya que la función logística se presenta como una herramienta para el análisis de crecimientos poblacionales en diferentes campos, tales como la economía y la epidemiología.</li> <li>- El modelo logístico de crecimiento poblacional tiene aplicaciones en la biología y la ecología, lo que permite analizar la evolución de poblaciones con recursos limitados.</li> <li>- Se destaca la relevancia del modelo logístico en la toma de decisiones basadas en datos reales a través de prácticas de laboratorio y simulaciones.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración basada en Godino (2011, p. 14).

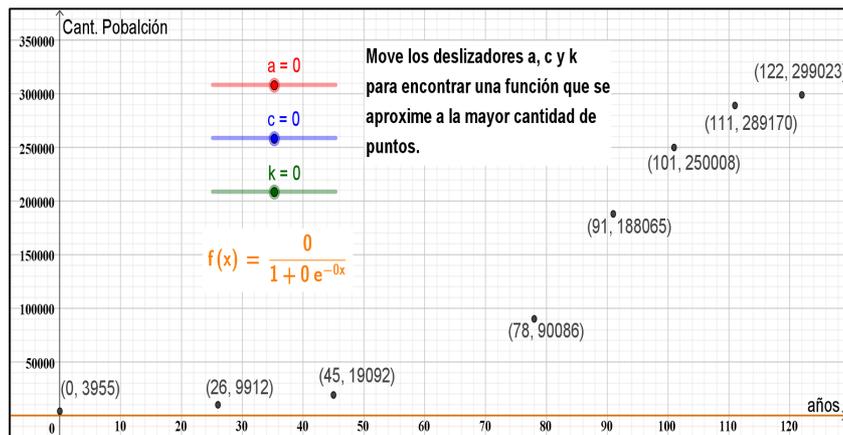
Como se mencionó anteriormente, los objetivos y contenidos propuestos en el plan de formación concuerdan parcialmente con los incluidos en el *Diseño Curricular* (2011), ya que no se hace mención explícita de la Función Logística en sentido estricto. Sin embargo, es posible considerarla como un contenido que se desprende de la Función Exponencial. También se hace referencia a los crecimientos poblacionales, por lo que un enfoque comparativo tendría sentido.

Más allá de la ausencia del contenido *función logística*, el instrumento se desarrolló a partir de lo sugerido por los NAP, IPAP, MOA, etc., en relación con la importancia de trabajar con modelos matemáticos relacionados con situaciones de contextos reales.

Respecto al tercer indicador que se presenta en la tabla, las construcciones hechas con GeoGebra (ver Figura 4) fueron evaluadas según los criterios de pertinencia elaborados por Barreiro (2017). Especialmente, los criterios ligados a favorecer la búsqueda de pruebas matemáticas, con el propósito de evitar que la validez se base únicamente en la mera respuesta por parte de la computadora; y la imprescindibilidad de las Tecnologías de la Información y

de la Comunicación (en adelante TIC), ya que se hace referencia a situaciones donde el uso de la tecnología no solo facilita, sino que es necesario para comprender ciertas regularidades matemáticas.

**Figura 4. Construcción realizada para la segunda situación-problema.**



**Fuente:** Elaboración propia.

El instrumento de indagación buscó un proceso de instrucción basado en valores democráticos y el pensamiento crítico, en línea con la visión del artículo 3 de la *Ley de Educación Nacional*, que fomenta la construcción de una sociedad justa, la afirmación de la soberanía e identidad nacional, el fortalecimiento del ejercicio de la ciudadanía democrática, el respeto a los derechos humanos y libertades fundamentales, y el impulso al desarrollo económico-social.

### 4.3 Análisis y valoración de la Idoneidad Cognitiva

En este apartado se analizan los indicadores que permiten valorar si el alumno establece conexiones entre los diferentes objetos matemáticos y sus correspondientes significados. Los mismos pueden observarse en la Tabla 3.

**Tabla 3. Componentes e indicadores de idoneidad cognitiva.**

Componentes	Indicadores
<p><b>Conocimientos previos</b> (Se tienen en cuenta los mismos elementos que para la idoneidad epistémica)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El análisis del marco legal en el que se sustenta esta investigación (diseño curricular provincial, NAP, IPAP, MOA, etc.) permite determinar que los estudiantes poseen -o deberían poseer- los conocimientos previos para realizar las situaciones-problema propuestas.</li> <li>- El uso de GeoGebra u otras herramientas tecnológicas para la visualización y manipulación de funciones puede favorecer la construcción de conceptos.</li> <li>- Los contenidos pretendidos tienen una dificultad accesible en sus diversas componentes.</li> </ul>

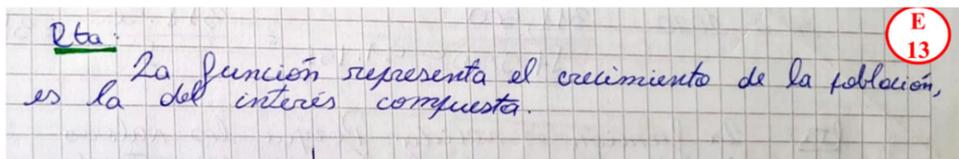
Componentes	Indicadores
<b>Adaptaciones curriculares a las diferencias individuales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Socializar las producciones de cada estudiante a medida que avanza en la resolución de las situaciones-problema fomentando los procesos de discusión, avance y reflexión de las prácticas realizadas.</li> <li>- Definir actividades de ampliación o refuerzo.</li> </ul>
<b>Aprendizaje (se tienen en cuenta los mismos elementos que para la idoneidad epistémica)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se promueve la comprensión y competencia en los contenidos propuestos en la faceta epistémica.</li> <li>- Se busca determinar el nivel de comprensión alcanzada por los estudiantes.</li> <li>- Se apunta a analizar el sistema de prácticas operativas y discursivas implementadas en un proceso de instrucción para luego valorar la idoneidad didáctica alcanzada por los alumnos, respecto del crecimiento poblacional en relación con la Función Logística, y determinar las relaciones entre los seis objetos primarios.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración basada en Godino (2011, p. 10).

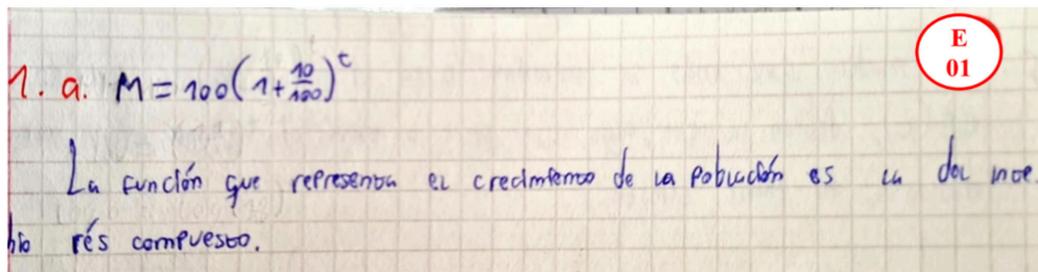
En el instrumento de indagación se parte del trabajo con un modelo exponencial para luego construir el logístico. Por otro lado, dada la alta cantidad de producciones resueltas, se podría considerar que la dificultad estuvo en relación con los saberes previos de los estudiantes y las construcciones de GeoGebra potenciaron el desarrollo de conjeturas.

En consecuencia, los conocimientos previos en la construcción de nuevos aprendizajes y el nivel de dificultad de los contenidos pretendidos cumplen con los tres indicadores propuestos para esta componente. Esto se puede visualizar en la Figura 5a y 5b, a modo de ejemplo, donde distintos estudiantes relacionaron la actividad propuesta con la fórmula de interés compuesto.

### Figura 5a. Análisis de los saberes previos (respuesta desde un lenguaje coloquial).



### Figura 5b. Análisis de los saberes previos (respuesta desde un lenguaje coloquial y simbólico).



**Fuente:** Elaboración propia basada en el trabajo de los estudiantes.

#### 4.4 Análisis y valoración de la Idoneidad Afectiva

A continuación, en la Tabla 4 se especifican los indicadores que se tuvieron en cuenta a nivel de la faceta afectiva dentro de la investigación.

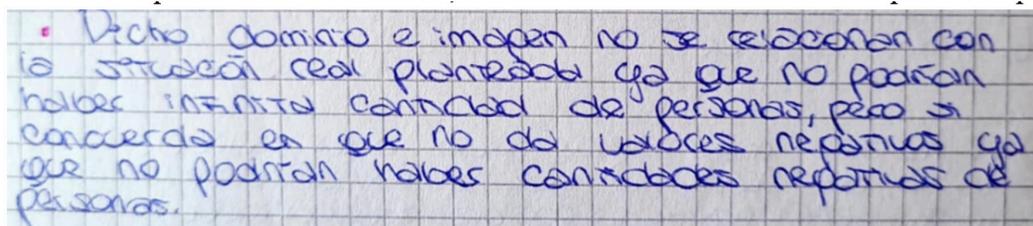
**Tabla 4. Componentes e indicadores de idoneidad afectiva.**

Componentes	Indicadores
<b>Intereses y necesidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se tiene en cuenta el carácter motivacional de los problemas incentivando la valoración de la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y profesional.</li> </ul>
<b>Actitudes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se invita a una participación crítica y reflexiva, haciendo énfasis en la responsabilidad al momento de resolver el instrumento. Se resalta la importancia de plasmar todo lo que se considere pertinente (argumentos, procedimientos, conjeturas, etc.) al momento de la resolución de las situaciones propuestas.</li> <li>- Se favorece una actitud positiva hacia el trabajo colaborativo.</li> <li>- Se promueve la lectura y uso crítico de la información.</li> <li>- Se apoya la argumentación en situaciones de igualdad.</li> </ul>
<b>Emociones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se fomenta la curiosidad en los alumnos, afianzando su aprecio por las matemáticas a partir de la presentación de situaciones-problemas significativos que buscan resolver situaciones reales.</li> <li>- Se estimula la confianza y seguridad en sí mismo para la resolución de tareas matemáticas.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración basada en Godino (2011, p. 11).

Si bien no se hace referencia al carácter motivacional de los problemas, el primer indicador está incluido ya que se incentiva el uso de situaciones reales en el instrumento de indagación. Más allá de esto, no es posible observar la repercusión del mismo en la vida cotidiana y profesional. Dadas las características empíricas de los indicadores, la inferencia de éstos se tomó de las prácticas operativas y discursivas obtenidas (Figura 6).

**Figura 6. Ejemplo de cumplimiento de un indicador en relación con los intereses y necesidades.**



**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.5 Análisis y valoración de la Idoneidad Interaccional

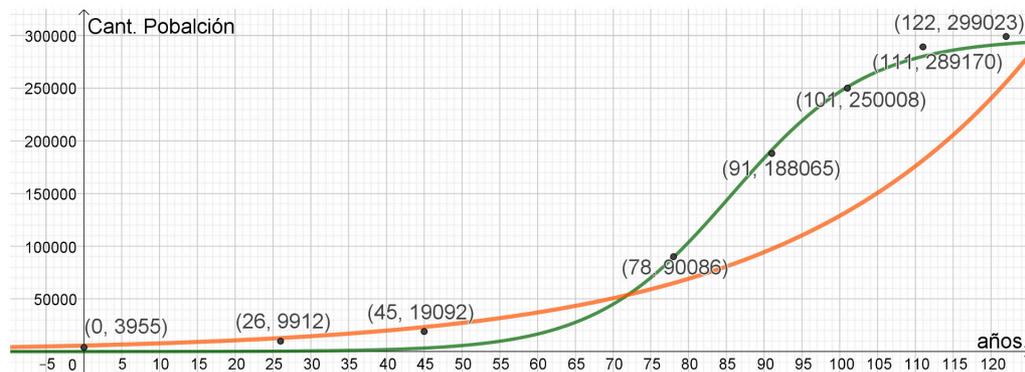
En esta faceta se abordan cuestiones que refieren a la interacción entre el docente-estudiante, entre estudiantes, su autonomía y, por último, si su evaluación resulta ser formativa. Los indicadores elaborados y trabajados en la investigación son los presentados en la Tabla 5.

**Tabla 5. Componentes e indicadores de idoneidad interaccional.**

Componentes	Indicadores
<b>Interacción docente-discente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se emplean una variedad de recursos retóricos y argumentativos que involucren a estos últimos, proporcionando indicaciones, y respondiendo preguntas. Respecto al uso de GeoGebra, se dispone de computadores para visualizar las construcciones correspondientes, y también se les da la opción de acceder a ellos desde el celular de forma online.</li> <li>- Se fomenta la discusión y colaboración en las instancias de diálogo.</li> <li>- Se contemplan momentos para la presentación de los objetivos, la metodología didáctica y los modos de evaluación.</li> </ul>
<b>Interacción entre alumnos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se da la posibilidad de debatir en pequeños grupos, y al finalizar las resoluciones se realiza una puesta en común por parte de los estudiantes, a los que se les invita a compartir las producciones realizadas.</li> <li>- A medida que se realiza cada actividad, se busca lograr consensos entre las distintas elecciones que se van tomando en cada grupo de trabajo.</li> </ul>
<b>Autonomía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De acuerdo con las particularidades de la actividad, se pretende que los estudiantes se responsabilicen por resolver todas las situaciones propuestas. Esto implica exponer soluciones y argumentarlas, hacer conjeturas, emplear diversas herramientas para generar planteos razonables, establecer conexiones y comunicar sus hallazgos.</li> </ul>
<b>Evaluación formativa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dadas las características de la aplicación, se analizan las producciones de los estudiantes luego de resolver las situaciones-problema del instrumento.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración basada en Godino (2011, p. 12.).

La aplicación del instrumento se realizó de forma clara y organizada, enfatizándose en los conceptos clave del tema. Las aplicaciones realizadas previas a la puesta en práctica final permitieron observar si el vocabulario utilizado era accesible al nivel de escolaridad en el que se aplicaba; además, si las ilustraciones eran las indicadas en relación con su calidad gráfica y finalidad. En versiones anteriores de este instrumento se presentaba la siguiente gráfica para la actividad ligada al crecimiento poblacional en la ciudad de San Isidro (ver Figura 7).

**Figura 7. Imagen utilizada en versiones preliminares del instrumento.**

**Fuente:** Elaboración propia.

Luego del riguroso proceso por el que pasó el instrumento, se decidió que, en lugar de la imagen estática, los alumnos aplicarían el software GeoGebra para obtener una aproximación propia, de manera que se fomentaran procesos de debate entre pares dentro del aula y mayor autonomía de trabajo.

#### 4.6 Análisis y valoración de la idoneidad mediacional

Finalmente, se comparten los indicadores de idoneidad para la faceta mediacional en la Tabla 6.

**Tabla 6. Componentes e indicadores de idoneidad mediacional.**

Componentes	Indicadores
<b>Recursos materiales (Manipulativos, calculadoras, ordenadores)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se posibilita el uso de calculadoras para realizar operaciones en los ítems donde se necesita analizar las funciones en valores específicos.</li> <li>- Se permite el uso de ordenadores o celulares con acceso a internet para la manipulación de las herramientas elaboradas con GeoGebra.</li> </ul>
<b>Número de alumnos, horario y condiciones del aula</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La resolución de las situaciones del instrumento se llevará a cabo dentro del horario de clases designado para Matemáticas, con una duración estimada de dos horas. Se considera que este período de tiempo es adecuado para completar la actividad.</li> <li>- Dadas las características del instituto, se contempla que está en excelentes condiciones en términos de disponibilidad de espacio, distribución de los alumnos y comodidad de los bancos.</li> <li>- Se favorece una iluminación óptima dado que la aplicación se realizará durante la mañana.</li> </ul>

Componentes	Indicadores
<b>Tiempo (de enseñanza colectiva; tiempo de aprendizaje)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El tiempo es suficiente para la enseñanza pretendida.</li> <li>- Se dedica tiempo suficiente a los contenidos en general.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración basada en Godino (2011, p. 13).

En el proceso de instrucción se pudieron observar los cinco primeros indicadores propuestos en el marco epistémico de referencia para los indicadores que conforman esta componente.

El uso de celulares para el trabajo con GeoGebra fue la herramienta elegida por la mayoría de los estudiantes, y el uso de las calculadoras fue muy efectivo. Esto se pudo visualizar de forma empírica el día de la aplicación.

En consecuencia, la idoneidad mediacional es alta, al cumplir con cinco de los siete indicadores propuestos.

#### 4.7 Análisis de la idoneidad entre facetas

Este apartado se centra en dar a conocer los indicadores que involucran conexiones entre facetas. Los mismos fueron parcialmente tomados de Rivas (2014):

- (1) epistémica-ecológica, se destaca la importancia de incorporar tanto problemas matemáticos como extra-matemáticos, para modelar fenómenos físicos y sociales;
- (2) epistémica-cognitiva, la resolución de problemas se considera el método primordial para la construcción de conocimientos matemáticos, al mismo tiempo que se promueve el empleo de procesos metacognitivos;
- (3) epistémica-interaccional, se propone que el docente debe fomentar formas de justificación accesibles para los estudiantes y modelar el lenguaje matemático, al mismo tiempo que se sugiere su asistencia para el manejo efectivo de las representaciones;
- (4) epistémica-mediacional, se sugiere prestar atención a las argumentaciones asociadas al uso de GeoGebra;
- (5) afectiva-mediacional, se reconoce el valor de las TIC como un elemento de equidad, motivación y herramienta para atender mejor a estudiantes con necesidades especiales;
- (6) Finalmente, la interaccional-mediacional, que sugiere la integración de las TIC en procesos de evaluación formativa.

**Tabla 7. Componentes e indicadores de idoneidad entre facetas.**

Componentes	Indicadores
<b>Epistémica-ecológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se propone el planteamiento y resolución de problemas en contextos intra-matemáticos y extra-matemáticos.</li> <li>- Se emplean las representaciones para modelizar e interpretar fenómenos biológicos, sociales y matemáticos, en relación con las dinámicas de crecimiento poblacional.</li> </ul>
<b>Epistémica-cognitiva</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se promueve controlar y reflexionar sobre el proceso de resolución de problemas.</li> <li>- Se tienen en cuenta las representaciones escritas como parte del aprendizaje y no solo como herramientas de comunicación.</li> </ul>
<b>Epistémica-interaccional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se contempla la ayuda del profesor para el dominio eficaz de las representaciones (tablas, gráficos, fórmulas, etc.).</li> </ul>
<b>Epistémica-mediacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se presta atención a los argumentos asociados a la manipulación del GeoGebra.</li> </ul>
<b>Afectiva-mediacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se incorpora el uso de TIC como herramientas para contribuir a la igualdad dentro de la clase mediante el acceso a las construcciones en línea.</li> <li>- Se emplea GeoGebra como un elemento motivacional para hacer matemática.</li> </ul>
<b>Interaccional-mediacional</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se integran las TIC en procesos de evaluación formativa.</li> </ul>

**Fuente:** Elaboración basada en Godino (2011, p. 15).

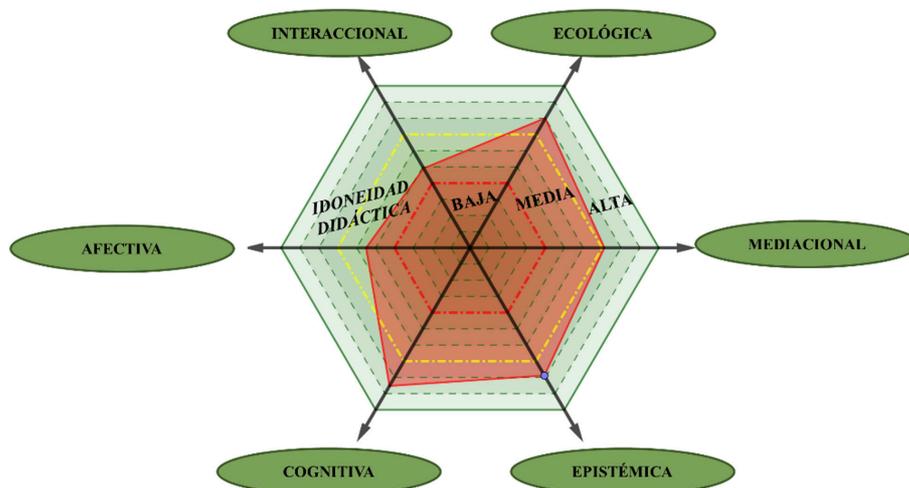
## 5. CONSIDERACIONES FINALES

Este estudio destaca la importancia de integrar la modelización en la enseñanza de la matemática en la Escuela Secundaria, utilizando funciones logísticas para ofrecer una comprensión más precisa de los fenómenos de crecimiento poblacional. Los resultados subrayan que una enseñanza con alta idoneidad didáctica no solo mejora la comprensión matemática, sino que también fomenta un mayor interés y motivación entre los estudiantes.

Del trabajo realizado por los alumnos, luego de la aplicación del instrumento de indagación ligado a la modelización de crecimientos poblacionales mediante la función logística, se desprende que la experiencia tuvo un alto grado de idoneidad dado que se lograron cumplir una amplia variedad de indicadores (ver Figura 8).

Es importante destacar que los hexágonos que representan los procesos de instrucción implementados son irregulares, ya que es poco probable que todos los criterios alcancen el mismo nivel, mientras que en un proceso ideal todos deben tener el grado máximo. Se destaca que en todas las facetas se alcanzó un cumplimiento de los indicadores medio o alto.

**Figura 8. Idoneidad didáctica del proceso de instrucción implementado.**



**Fuente:** Elaboración basada en Godino (2011, p. 6).

Los hallazgos pueden servir de base para futuras investigaciones en lo que respecta al análisis de idoneidad, en otros contextos, involucrando otros objetos matemáticos.

## DECLARACIONES DE CONTRIBUCIONES DE LAS PERSONAS AUTORAS

CR y RFE concibieron la idea presentada. Adaptaron la metodología al contexto del estudio, crearon los modelos y recopilieron los datos. CR analizó los datos. Ambos autores participaron activamente en la discusión de los resultados, revisaron y aprobaron el trabajo final.

## DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos que respaldan los resultados de este estudio estarán disponibles por los autores correspondiente, CR y RFE previa solicitud razonable.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Cervantes y a la docente a cargo del grupo de trabajo, Lic. Mariana Pagano.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aroza, C. J., Godino, J. D. y Beltrán-Pellicer, P. (2016). Iniciación a la innovación e investigación educativa mediante el análisis de la idoneidad didáctica de una experiencia de enseñanza sobre proporcionalidad. *Aires*, 6(1), 1-29.
- Barreiro, P. (2017). Criterios para valorar el uso de nuevas tecnologías en la clase de Matemática. En M. Rodríguez (Coord.), *Perspectivas metodológicas en la enseñanza y en la investigación en educación matemática* (2da ed., pp. 71-94). Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Castillo Céspedes, M. J., Burgos, M. y Godino, J. D. (2022). Elaboración de una guía de análisis de libros de texto de matemáticas basada en la teoría de la idoneidad didáctica. *Educação e Pesquisa*, 48. <https://www.scielo.br/jep/a/NXbLBWFwzFpFTSp97gYRjsh/?lang=es>
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. y Schauble, L. (2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13. [https://www.researchgate.net/publication/244457271\\_Design\\_Experiments\\_in\\_Educational\\_Research](https://www.researchgate.net/publication/244457271_Design_Experiments_in_Educational_Research)
- Diseño Curricular para la Educación Secundaria 5o año: Matemática-Ciclo Superior. (2011). C. Bracchi y M. Paulozzo (coord.). Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires.
- Godino, J. D. (2011). *Indicadores de idoneidad didáctica de procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas*. XIII Conferência Interamericana de Educação Matemática (CIAEM-IACME). Brasil
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2009). *Un enfoque ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemática*. (Versión ampliada y revisada de *The ontosemiotic approach to research in mathematics education*. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (12) 127-135, por J. D. Godino, C. Batanero y V. Font, 2007). [https://www.ugr.es/~jgodino/indice\\_eos.htm](https://www.ugr.es/~jgodino/indice_eos.htm)
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2020). El Enfoque ontosemiótico: implicaciones sobre el carácter prescriptivo de la didáctica. *Revista Chilena De Educación Matemática*, 12(2), 47-59. <https://doi.org/10.46219/rechiem.v12i2.25>
- Godino, J. D., Bencomo, D., Font, V. y Wilhelmi, M. R. (7-9 de septiembre de 2006). *Análisis y valoración de la idoneidad didáctica de procesos de estudio de las matemáticas*. X Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM). España. <https://ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/idoneidad-didactica.pdf>
- Godino, J. D. y Burgos, M. (2020). ¿Cómo enseñar las matemáticas y ciencias experimentales? Resolviendo el dilema entre transmisión e indagación. *Revista Paradigma (Edición Cuadragésimo Aniversario: 1980-2020)*, 51, 80-106.
- Ley Nacional de Educación N° 26.206 2006*(art. 3) Argentina.
- Ministerio de Educación Argentina. (2004-2012). *Núcleos de aprendizaje prioritarios: Campo de Orientación General, Ciclo Orientado Educación Secundaria*. Consejo Federal de Educación. Argentina.
- Ministerio de Educación Argentina. Secretaría de Innovación y Calidad Educativa. (2019). *Indicadores de progresión de los aprendizajes*. Argentina.
- Ministerio de Educación, Cultura, Ciencia y Tecnología. (2019). *Marco Nacional para la mejora del aprendizaje en matemática*. Argentina.
- Pochulu, M. (2015). Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática. En M. D. Pochulu, M. A. Rodríguez (Comp.), *Educación Matemática: aportes a la formación docente desde distintos enfoques teóricos*, 63-90. Editorial Universitaria de Villa María.
- Rivas Catricheo, H. R. (2014). *Idoneidad didáctica de procesos de formación estadística de profesores de educación primaria* [Tesis de Doctorado, Universidad de Granada]. [https://www.ugr.es/~batanero/documentos/Tesis\\_HRivas.pdf](https://www.ugr.es/~batanero/documentos/Tesis_HRivas.pdf)

