

Estudio de la función lineal en estudiantes con déficit auditivo: ¿Un problema de tiempo o ritmo de aprendizaje?

Giselle Mora Ocares, Marcela Parraguez González

Resumen

Esta investigación indaga en cómo estudiantes con déficit auditivo construyen el concepto función lineal, considerando como marco teórico y metodológico la teoría APOE, con una leve variación, al tomar el conocimiento del cotidiano en una nueva construcción mental que hemos definido como de las preacciones. Para lograr tal objetivo, se propone una descomposición genética hipotética, considerando en esta no solo conceptos sino también prácticas pedagógicas cotidianas, que ayudan a construir las primeras nociones de los conceptos, que llamamos preacciones. Uno de los resultados de la investigación dice relación con la documentación de la descomposición genética a través de la aplicación de instrumentos a 4 alumnos de enseñanza media con déficit auditivo.

Abstract

This research explores how students with hearing impairments construct the linear function concept, considering as theoretical and methodological framework APOS theory, with a slight variation: taking the knowledge of everyday life in a new mental construct that we have defined as the preactions. To achieve this goal, we propose a hypothetical genetic decomposition, considering not only the concepts but also everyday teaching practices that help build the first notions of concepts, call preactions. One outcome of the investigation is related to the documentation of genetic decomposition through the application of instruments to 4 high school students with hearing impairments.

Resumo

Esta pesquisa explora a forma como os alunos com deficiência auditiva constroem o conceito de função linear, considerando-se como teórico-metodológico a teoria APOS com uma ligeira variação: levar o conhecimento da vida cotidiana em uma nova construção mental que temos definido como as pre-ações. Para atingir esse objetivo, propomos uma decomposição hipotética genética, considerando não apenas os conceitos, mas também as práticas de ensino cotidianas que ajudam a construir as primeiras noções de conceitos, chamada pre-ações. Um dos resultados da investigação está relacionada com a documentação de decomposição genética através da aplicação de instrumentos para quatro alunos do ensino médio com deficiência auditiva.

1. Problemática y objetivos de investigación

Nuestra investigación se sitúa en la construcción de un concepto matemático – función lineal– en personas sordas, bajo la mirada de la teoría APOE (Dubinsky, 1991) y con una leve variación al considerar el conocimiento cotidiano (Mazzitelli y Aparicio, 2010). La investigación busca indagar cómo estudiantes con déficit

auditivo logran el aprendizaje del concepto matemático –función lineal–, noción que está ligada al álgebra, y que generalmente requiere para su construcción de dos elementos fundamentales: por un lado, un alto grado de abstracción y por otro un lenguaje matemático propio de esta rama de las matemáticas (Serrano, 1995).

La investigación se sitúa en la construcción de un concepto matemático –función lineal– en personas sordas, bajo la mirada de la teoría APOE y el conocimiento cotidiano de la matemática. Considerando un nivel medio superior, específicamente en el nivel de segundo año de educación media (17 a 20 años) según el programa de estudios vigente en Chile hasta el año 2010, El estudio se realizará con estudiantes de tercero medio todos ellos con sordera profunda y un alumno de cuarto medio hipoacusico, pertenecientes al Centro de Estudios y Capacitación para Sordos de Valparaíso (CECASOV). Es así como la pregunta que sustenta esta investigación es:

¿Cómo construyen el concepto función lineal, estudiantes sordos, bajo la mirada de la Teoría APOE?

Objetivos generales de investigación

- Identificar las construcciones mentales de los alumnos sordos asociadas a la función lineal.
- Identificar las prácticas sociales-pedagógicas que ayudan a la apropiación de nociones de conceptos asociados a esta investigación.

Objetivos específicos de investigación

- Identificar las construcciones mentales de los alumnos sordos, asociadas a la función lineal
- Identificar las prácticas sociales-pedagógicas que ayudan a la apropiación de nociones de conceptos asociados a esta investigación.

Diversas investigaciones han indagado en las concepciones de los estudiantes acerca de la función lineal, pero ellas no consideran el caso de los estudiantes sordos, siendo este la propuesta de nuestra investigación. Tales investigaciones han sido dadas a conocer a la comunidad en diferentes trabajos; uno de ellos es el de Ana Sierpinska (1992), relativo a la re significación de la linealidad (Cf. García y Montiel, 2008). Esos autores concluyen que los estudiantes tienden a representar la función lineal como una fórmula y como una combinación de variables gráficas en la que no se visibilizan ni valoran los atributos propios de la función, como por ejemplo, considerar la función como una conjunción de elementos relacionados por medio de variables y que deben cumplir ciertas características específicas.

Según Serrano (1995), en estricto rigor, este tipo de alumnos no debiese tener problemas en adquirir este concepto matemático si consideramos a la sordera como un problema fisiológico y no cognitivo; y más aún, dependiendo del nivel de sordera el educando sólo necesitaría más tiempo para la adquisición de este concepto, debido a que el álgebra presenta un problema de aprendizaje ligado más bien al lenguaje propio de esta disciplina, siendo esta la principal dificultad para el docente; por ende la problemática se traslada entonces a la dificultades asociadas a la apropiación del lenguaje técnico-matemático que posee diferentes aristas. Además

Serrano (Ibíd.) señala que el álgebra presenta un lenguaje propio, siendo esta otra de las dificultades en la adquisición de este concepto para las personas sordas “cualquier contenido que implique el uso de un lenguaje excesivo genera un obstáculo”. Para el caso de alumnos con sordera o hipoacusia en cualquiera de sus niveles, dificulta aún más el aprendizaje en forma general de esta disciplina, por su falta de lenguaje oral, el nivel abstracción y señas específicas limitadas en el área de la matemática,

Ante este panorama, la investigación que se reporta utiliza como marco teórico –La teoría APOE– con una leve variación, al considerar el conocimiento cotidiano de la matemática. La justificación para utilizar ambas teorías es procurar indagar de mejor manera, cómo una persona sorda logra la construcción del concepto función lineal. A través de la teoría APOE indagamos sobre cómo estudiantes sordos construyen el conocimiento, proponiendo una descomposición genética hipotética del concepto función lineal y a través del conocimiento del cotidiano consideramos a los estudiantes como sujetos individuales con una realidad propia y que se consideran diferentes uno de otros a través de las acciones que realizan, proponiendo actividades que sean acordes y significativas a su realidad y comunidad.

La investigación considera como objeto matemático la función lineal, pero para el estudio de ella se precisa además del reconocimiento de cuatro pilares matemáticos de estudio, siendo estos: variable, relaciones, relación funcional y función lineal, todos estos considerados en el diseño de la descomposición genética hipotética propuesta.

En una de las primeras etapas de la investigación y teniendo en claro los conceptos matemáticos asociados al estudio, se desarrollo una revisión bibliográfica acerca de la epistemología de la función lineal con el fin de analizar el desarrollo a través de la historia del concepto función lineal y de revisar las prácticas sociales asociadas al concepto función lineal.

2. Epistemología del concepto Función Lineal

Algunos de los antecedentes recopilados en la revisión epistemológica de la función lineal serán utilizados como referencias a tomar en cuenta en el diseño de la descomposición genética hipotética; uno de ellos es considerar las nociones de función y relación en forma intuitiva y como base de experiencia previa al concepto función propiamente tal, la historia apunta que se trabajo así hasta el año 1673.

El concepto “función” aparece por primera vez en 1673 en el manuscrito de Leibniz, en el contexto de un problema de cálculo de ordenadas a partir de cierta propiedad de la tangente, lo que da paso a su definición explícita como tal en 1718, de forma analítica. Euler evoluciona el concepto de función lo que es aceptado por la comunidad. Pese a ello existen antecedentes no formales de la noción de función de tiempos remotos.

Desde la historia pre Helénica, donde no hay conceptos definidos, como lo son las variables o conceptos abstractos de forma implícita, se comienza a trabajar con el concepto de función, más que nada de forma intuitiva. A modo de ejemplo aquello ligado al conteo que asocia correspondencia biunívoca entre dos conjuntos, por lo que es válido pensar que la idea de función estaría asociada al de número, es más

podríamos considerar las cuatro operaciones básicas como funciones de dos variables.

Los babilonios (2000 a.C. – 500 a.C.) también aportan en este sentido, ellos desarrollaron de buena forma el manejo algebraico, caracterizado por la sustitución y el cambio de variable, ellos manejaron la “noción” de función, y la noción de este concepto se encuentra implícita en las tablillas astronómicas, las cuales muestran observaciones a fenómenos naturales como lo es distancia angular de el planeta Tierra al sol.

Con el paso de los años y ya durante el desarrollo de la edad media en general no hubo avances en lo matemático y lo científico (Vásquez, 2008), se deja este ámbito de estudio un poco relegado y se produce un avance en el ámbito religioso. Sin embargo igualmente hubo algunos desarrollos asociados principalmente al estudio de fenómenos naturales como el calor, velocidad, movimiento uniforme acelerado, etc. Apareciendo en estos estudios la noción de variables, específicamente ampliando la gama a variables dependiente e independiente; así el estudio de función empieza a evolucionar asociada al “estudio del cambio” específicamente al del movimiento. En este periodo se tiene una descripción verbal de la noción de función, se comienzan a desarrollar algunas de sus propiedades en cuanto a enunciado y gráfico de ésta; eso si apoyada en el uso de fórmulas.

Ya durante la época moderna, se avanzó a pasos agigantados en cuanto al concepto de función, al final del siglo XVI, estas fueron equivalentes a expresiones analíticas. Todo esto también ligado al avance del álgebra, que en sus inicios estuvo unida a la geometría.

Y es aquí donde se enlaza con esta investigación ya que tal como se dijo al inicio de esta revisión epistemológica fue Leibniz quién utiliza por primera vez la palabra función, haciendo alusión a la relación entre la abscisa y ordenada, refiriéndose a cualquier cantidad que varía de un punto a otro de una curva, tal como la longitud de la tangente, de la normal, de la subtangente y de la ordenada.

Todo lo que se relato anteriormente fueron nociones y aproximaciones al concepto, desde el siglo XVI en adelante se aleja de estas nociones, pasando a una nueva etapa del conocimiento de función, se trabaja con el concepto de función propiamente tal, con su notación característica y clasificando en tipo de funciones y por supuesto al símbolo que caracterizaría a las funciones hoy en día, el cual fue aportado por Bernulli (letra griega f).

En la época moderna de las matemáticas prevalecen las expresiones analíticas de las funciones, desarrollándose la teoría de funciones cuya base se sustentaba en tres ejes: Crecimiento impetuoso de los cálculos matemáticos, Creación del álgebra simbólica-literal y Extensión del concepto de número.

Euler ya en el siglo XVIII define función de forma analítica, y entre otros especifica constante y cantidad variable. La definición analítica es la siguiente:

"la función de una cantidad variable es una expresión analítica compuesta de cualquier manera a partir de esa cantidad variable y de números o cantidades constantes". (Ruthing, 1984)

El aporte de Euler con esta definición permitió dar un avance significativo, definiendo además nociones iniciales y abordando el tema de que se entiende por expresiones analíticas, desarrollando toda una teoría de funciones. Aparecen estudios de funciones logarítmicas, exponenciales, otras proporcionadas por el cálculo integral, la integración, las ecuaciones diferenciales, etc.

Considerando las etapas en la evolución del concepto función revisadas anteriormente, se hace necesario en esta investigación, indagar en otros antecedentes que contribuyan al diseño de descomposición genética.

3. Algunos antecedentes

La labor pedagógica de entrega de conocimiento matemático específico se dificulta aún más con estudiantes con deficiencias auditivas, debido a la falta parcial o completa de este sentido, y más aún considerando que no existen señas propias del área de la matemática para muchas de sus nociones. El álgebra presenta un problema de aprendizaje ligado al lenguaje propio de esta disciplina, siendo esta la principal dificultad para el docente ya que se agrega un nuevo tipo de lenguaje – lenguaje de señas–; por ende la problemática se traslada entonces a la dificultades asociadas a la apropiación del lenguaje técnico-matemático que posee diferentes aristas, las cuales son declaradas en algunas investigaciones:

La investigación de Serrano (Serrano, 1995), por ejemplo, señala que la sordera no está ligado a lo cognitivo, por lo que no habría dificultad en la adquisición del concepto. Los problemas que derivan de la sordera estarían asociados a dificultades de abstracción y comparación, lo que justificaría los problemas de la adquisición del concepto algebraico en lo que toca exclusivamente lo experimental y comunicativo. El álgebra presenta un lenguaje propio, siendo este otra de las dificultades en la adquisición de este concepto para las personas sordas, tal como queda expresado en Serrano (1995): *“cualquier contenido que implique el uso de un lenguaje excesivo genera un obstáculo”*, para el caso de alumnos con sordera o hipoacusia en cualquiera de sus niveles, por su falta de lenguaje oral, el nivel abstracción y señas específicas limitadas en el área de la matemática, dificulta aún más el aprendizaje en forma general de esta disciplina.

Otra investigación, Van Lamoen (2011) desde una perspectiva cognitiva a la luz de la teoría APOE y de la teoría de Registros de Representación Semiótica, relativo a la Función Cuadrática con estudiantes sordos, señala como parte de las conclusiones la dependencia que tienen este tipo de estudiantes a determinados métodos, para manejar distintos elementos matemáticos: pares ordenados, representaciones sagitales, entre otros; así como también de la vida cotidiana: nombres, fechas, por nombrar algunos. Además esta investigación nos provee de evidencia empírica, que los conceptos asociados con mayor nivel de abstracción son los que presentan mayor dificultad en los estudiantes sordos. Es así entonces, que pareciera que los alumnos sordos tienen una buena comprensión de los conceptos, si estos están asociados a actividades de la vida cotidiana.

Para interpretar el conocimiento cotidiano desde la teoría APOE, la investigación contempla una construcción mental previa, denominada preacciones, donde se consideraran el trabajo previo para tratar de lograr nociones del concepto función y así asociar practicas cotidianas de los estudiantes a los conceptos asociadas a él, como por ejemplo: las labores que se puedan dar a los alumnos

presentadas mediante una relación dada en diagrama, brindando así la experiencia previa que a este tipo de estudiantes les falta por su condición auditiva; cabe mencionar también la ausencia de señas propias y específicas de los conceptos asociados.

4. Marco teórico y metodológico

Nuestra investigación contempla como marco teórico y metodológico la teoría APOE pero con una leve variación al considerar desde ella el conocimiento cotidiano. La justificación para utilizar ambos marcos es la consideración del universo de estudiantes informantes que forman parte de la investigación – estudiantes con déficit auditivo–, y considerando esto y lo expuesto por Serrano (1995) el principal problema de este tipo de estudiantes es la falta de experiencia previa por falta de su sentido auditivo, lo cual generaría un obstáculo de aprendizaje.

A esto se le debe anexar lo que viene desde la experiencia de aula, donde los estudiantes presentan problemas en lo comunicacional, en la lectura comprensiva y en los conectivos; además falencias de señas en el área de la matemática y en general de las ciencias.

En esta investigación, el conocimiento cotidiano esta pensado para dar luces sobre qué pasa con estos estudiantes en la etapa de indagación y de la experiencia previa a la construcción del concepto función lineal, generando una instancia que llamaremos “preacción” donde se crean las nociones preliminares de los conceptos matemáticos involucrados en la investigación.

Creemos fehacientemente que los estudiantes sordos a partir de los conocimientos desde el cotidiano podrían llegar a un conocimiento matemático formal, comprendiendo conceptos y es aquí donde la Teoría APOE juega un rol fundamental en el sentido de establecer las construcciones y mecanismos mentales que poseen estos estudiantes con respecto a la función lineal y los conceptos asociados a ella.

4.1. Del conocimiento cotidiano al conocimiento Matemático

El conocimiento cotidiano aparece con distintos significados en la literatura como lo es contextualización, ideas previas, conocimiento intuitivo, etc. También es usado en distintas ramas de la enseñanza de las ciencias, en el caso de la matemática es tomado y usado por la socio epistemología en didáctica de la matemática, pero en esta investigación el cotidiano estará mirado desde la didáctica de las ciencias, según lo expuesto por Mazzitelli y Aparicio(2010) y por Pozo y Gómez (1998).

Mazzitelli y Aparicio (2010) proponen que uno de los problemas relevantes en la enseñanza de las ciencias es la desconexión existente entre el conocimiento de los alumnos y el sentido que se le da al conocimiento, mostrando símbolos, esquemas y conceptos abstractos alejados del mundo real. Así entenderemos como conocimiento cotidiano a aquel conocimiento construido desde el contexto de la vida cotidiana. Tal como lo señala Mazzitelli y Aparicio (2010):

Si consideramos que el hecho educativo no se produce en el vacío sino en un contexto interactivo que involucra distintos actores, comprenderemos que el aprendizaje de las Ciencias implica procesos y acciones que superan el plano

individual. Dicho de otro modo, los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las Ciencias son, también, fenómenos sociales en los que confluyen e interaccionan múltiples factores.

El conocimiento humano es un acto fundamentalmente social y el conocer algo supone la participación activa y colaborativa en una comunidad. Desde esta perspectiva y orientada en el proceso enseñanza- aprendizaje se debería enseñar a los estudiantes a través de prácticas auténticas, cotidianas, relevantes en su cultura.

Berger y Luckmann (1986) desde una mirada Psicosocial consideran al cotidiano como un proceso de sociabilización, surgiendo este conocimiento como un aval empírico y que se organiza sistemáticamente. Estos autores señalan que la realidad en la niñez es natural pero las realidades posteriores son artificiales por ello la importancia de hacer familiares los contenidos, teniendo por misión el docente hacer familiares los contenidos de enseñanza, volviéndolos vividos y relevantes.

4.2. Teoría de Representación social

Las representaciones sociales (R.S) es un nuevo campo de investigación que parecen en la década del 60, con ello aparecen las representaciones colectivas (RC) introducidas por Durkheim en 1898. Las R.S han abierto nuevos campos de investigación relativas a como la realidad es construida por los sujetos, como se vulgariza el conocimiento científico y cuál es el rol de la sociedad en la construcción del conocimiento de los individuos.

En este sentido Abric (en Mazitelli y Aparicio, 2010) señala que las representaciones sociales dependen de la historia del individuo, adquiriendo las características del objeto, dando una definición funcional del mundo. De las R. S existen diferentes miradas que las amplían más allá de las relaciones interpersonales, que lo hace poseer un enfoque psico-sociológico que desplaza el centro de interés de lo individualista a lo colectivo, por ende los datos recolectados deben ser desde el contexto de interacción social.

Desde la mirada propuesta por Mazitelli y Aparicio (2010) el sujeto es un ser social e inserto en un medio, por ello para definir las relaciones sociales se necesita: objeto de la representación social, sujetos en los cuales se estudia la representación social y característica del contexto sociocultural donde se desenvuelven los sujetos al estudiar la representación social. Al respecto es válido señalar que las R. S constituyen un conocimiento práctico y que permite comprender y explicar el mundo, respondiendo a inquietudes y dando sentido a nuestro entorno. Cumpliendo tres funciones: Función cognitiva de integración de la novedad, Función de interpretación de la realidad y Función de orientación de las conductas y relaciones sociales.

Existen procesos que explican como lo social se transforma un conocimiento en representación y como la representación lo transforma en social, estos son los procesos de objetivización y el anclaje.

Objetivización: Pone a disposición del individuo una imagen concreta a partir de un ente abstracto y anclaje, para ello considera las fases:

- selección y descontextualización de los elementos de la teoría, se selecciona la información y la separa del campo científico pasando a la apropiación.
- Formación del núcleo figurativo: forma una estructura conceptual.

- Naturalización: transforma los elementos del esquema en elementos de la realidad.

Anclaje: Es lo que relaciona el significado con la utilidad que se le otorga a la representación y al objeto con la integración cognitiva de lo nuevo al pensamiento social ya constituido.

Así la finalidad de las R.S es hacer familiar lo extraño y así poder internalizarlo, permitiendo el anclaje y ubicando la novedad dentro de lo familiar y explicando a través de formas accesibles. Al respecto Mazzitelli y Aparicio (2010) señala:

Otro aspecto a tener en cuenta es que las representaciones sociales constituyen un todo estructurado y organizado, compuesto por un conjunto de informaciones, creencias, opiniones y actitudes con relación a un objeto.

4.3. El conocimiento cotidiano

En el sentido del cotidiano el conocimiento científico juega un rol fundamental ya que es la forma de explicar fenómenos naturales de forma coherente desde una perspectiva cotidiana respondiendo a lo predictivo y explicativo, además responde a la necesidad de entender y controlar el mundo que nos rodea. Según pozo el conocimiento cotidiano tendría su origen según tres aspectos sensorial; cultural-social y escolar.

Mazzitelli y Aparicio (2010) según su investigación señala que la construcción de este conocimiento cotidiano surge en la necesidad de explicar lo nuevo en base a lo que ya se conoce, siendo más accesible a la memoria y dando una propiedad a lo desconocido a partir de lo que se conoce. En cuanto a la estructura esta son ideas coherente pero aunque sin la sistematicidad y coherencia interna de una teoría propiamente dicha, difiriendo de conocimientos científicos y que interfieren en la enseñanza. Mazzitelli y Aparicio (2010) para caracterizar el conocimiento cotidiano propone el siguiente cuadro resumen en su artículo (ver Tabla 1):

Tabla 1: Síntesis sobre aspectos destacados del conocimiento cotidiano

Conocimiento cotidiano	
Características	<ul style="list-style-type: none"> - Conocimiento espontáneo. - Conocimiento construido de manera personal y compartido por el grupo social. - Conocimiento implícito, ya que los argumentos que contiene son tácitos. - Conocimiento episódico, ya que responde a las necesidades del contexto en el que se produce, siendo específico para cada dominio del conocimiento científico. - Resistencia al cambio.
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> - Carácter adaptativo ya que cumplen una función más pragmática que epistémica. - Permite explicar y entender el mundo que nos rodea
Origen	<ul style="list-style-type: none"> - Sensorial: que podría considerarse más individual y así se formarían <i>concepciones espontáneas</i> en el intento de entender y explicar las actividades cotidianas, a partir de procesos sensoriales y perceptivos), - Cultural-social: estas representaciones sociales no estarían tanto dentro de cada sujeto sino antes bien en su entorno social y cada uno se impregnaría de ellas. Serían creencias socialmente inducidas sobre numerosos hechos y fenómenos. - Escolar: también se trataría de una instancia de interacción social.
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> - Se organiza como teorías intuitivas e implícitas. No presenta la sistematicidad y coherencia interna de una teoría propiamente dicha, pero los conceptos relacionados presentan una estructura jerárquica y poseen un carácter predictivo y explicativo.

Para Mazzitelli y Aparicio (2010), quien habla acerca del cotidiano presentan diferencia con las Representaciones sociales (RS) y en este sentido el conocimiento es parte de la actividad mental de los individuos, siendo procesos similares entre los distintos sujetos donde se experimentan experiencias sin constituir representaciones de un grupo de sujetos, mientras que las Representaciones sociales (RS) son las representaciones de las prácticas sociales, compartiendo el significado construido socialmente.

Es así como las personas al estar insertos en una sociedad, no solo pasan por el proceso de la experimentación sino que comparten experiencias y comunican lo obtenido, construyendo socialmente el conocimiento. Para finalizar Mazzitelli y Aparicio (2010) hace un llamado a usar este tipo de conocimiento en actividades didácticas, haciendo un llamado a identificar este tipo de conocimiento de la siguiente forma:

No es suficiente con identificar este conocimiento y conocer su contenido, sino que es necesario indagar la vinculación jerárquica de esa información, es decir, la estructura conceptual.

4.4. Teoría APOE

Teoría de carácter cognitiva creada por Ed Dubinsky (Dubinsky, 1991), ya hace más de 10 años. Recibe su nombre debido a sus componentes Acción, Proceso, Objeto y Esquema. Considera el concepto de abstracción reflexiva como forma clave en la descripción de las construcciones mentales de los estudiantes, Este mecanismo se activa a través de las acciones físicas o mentales que el alumno realiza sobre el objeto de conocimiento, por el modo que el sujeto reflexiona sobre sus acciones. La Teoría APOE reflexiona sobre los conceptos de la propia matemática considerando distintos procesos en la construcción del conocimiento:

“El conocimiento matemático de un individuo es su tendencia a responder a las situaciones matemáticas problemáticas reflexionando sobre ellas en un contexto social y construyendo o reconstruyendo acciones, procesos y objetos matemáticos y organizando en esquemas con el fin de manejar las situaciones” (Dubinsky, 1996)

Los mecanismos de la teoría de teoría APOE, son entonces acción, proceso, objeto y esquema, que según palabras de Dubinsky se describen como:

“Las acciones son construidas por respuestas repetitivas a un estímulo; los procesos son construidos ya sea al interiorizar acciones o al transformar procesos existentes; los objetos son construidos al encapsular los procesos; y, en la desencapsulación de un objeto, los únicos procesos que un individuo puede obtener son los procesos que fueron encapsulados para construir este objeto” (Dubinsky, 1997).

Cabe señalar que a simple vista estas construcciones mentales nombradas anteriormente fuesen secuenciadas, lo cual es incorrecto, lo que hace a esta teoría más dinámica como herramienta de investigación.

Antes de proseguir hay que hacer una aclaración relativo a objeto para lograr un mejor entendimiento de la teoría APOE y evitar confusiones posteriores, en matemáticas este puede ser considerado como un objeto matemático lo que no coincide con el concepto en su construcción objeto considerada en la teoría APOE, el cual tiene su propia definición y será tratada más adelante.

La teoría APOE se centra específicamente en la manera en que los estudiantes construyen los conceptos matemáticos a partir de sus estructuras mentales matemáticas previas, las cuales evolucionan conformando otros saberes, las concepciones previas de los estudiantes son consideradas en la descomposición genética que proponemos, estas son:

Acciones: Las acciones son transformaciones de los objetos que percibe un estudiante como esencialmente externos y que requiere de instrucciones para llevarlas a efecto. Por ejemplo: un estudiante tendrá una construcción “*Acción de Relación*”, si es capaz de establecer relaciones entre conjuntos desde lo cotidiano, con la idea de pertenencia asociada, es decir reconoce la pertinencia de un alumno a un determinado curso haciendo uso de diagrama sagitales estableciendo así la relación.

Procesos. Cuando la acción es repetitiva y el alumno es capaz de reflexionar sobre ella, puede ser interiorizada como un proceso. Ya no se realiza motivada por estímulos externos, y la manipulación del objeto matemático lo puede realizar en la mente del estudiante logrando una interiorización del concepto como acción. Por ejemplo: un estudiante tendrá una construcción proceso de variable, si reconoce y establece la relación de dependencia entre las variables

Objetos. Cuando un estudiante logra reflexionar sobre las operaciones aplicadas a un proceso en particular, tomando en cuenta las acciones y procesos involucradas, percibiendo la totalidad del proceso, entonces se dice que el estudiante ha encapsulado el proceso para construir un objeto cognitivo. La desencapsulación se da cuando el estudiante es capaz de descomponer el objeto en procesos y acciones subyacentes. Por ejemplo: un estudiante tendrá una construcción objeto de función lineal, si a partir de datos obtenidos desde la grafica es capaz de establecer la relación funcional.

Esquemas. El esquema para determinado tema matemático o concepto más general (concepto que requiera la construcción de relaciones entre otros conceptos), es la colección de acciones, procesos y objetos que tiene un alumno y que están unidos por principios generales de forma que generen un marco coherente para el alumno. Esto se refiere a que el estudiante es capaz de relacionar diferentes esquemas los cuales se pueden realizar en la mente del individuo, dándose en los siguientes niveles de reflexión:

- El nivel *Intra*, alude a la individualización de las acciones, procesos, objeto y esquemas, sin establecer relación entre ellas.
- El nivel *Inter* el estudiante comienza a establecer relaciones y diferencias entre los esquemas, concebidos en la mente del individuo.
- El nivel *Trans* se da cuando el sujeto logra la coherencia del *esquema*, es decir, se forma una estructura subyacente aún más compleja en base a las encontradas en el anterior nivel. .

La metodología de trabajo empleada en la investigación contempla en una primera etapa realizar una revisión bibliográfica y epistemológica del concepto función lineal, la que es tomada en cuenta en el diseño de la descomposición genética, junto a las practicas pedagógicas y los conceptos asociados a la función lineal; para luego proponer un instrumento acorde a la descomposición genética que

permita dar luces de las construcciones mentales que los estudiantes sordos están realizando al construir el concepto de función lineal. Todo lo anterior se realiza siguiendo las etapas propuestas por el ciclo de investigación de la teoría APOE.

El ciclo de investigación de la teoría APOE considera un análisis teórico, un diseño y aplicación de instrumentos, y un análisis y verificación de los datos; existiendo así una dialéctica que permite el replanteamiento del análisis teórico, a través del refinamiento de la descomposición genética diseñada. Lo cual puede ser representado por el siguiente diagrama:

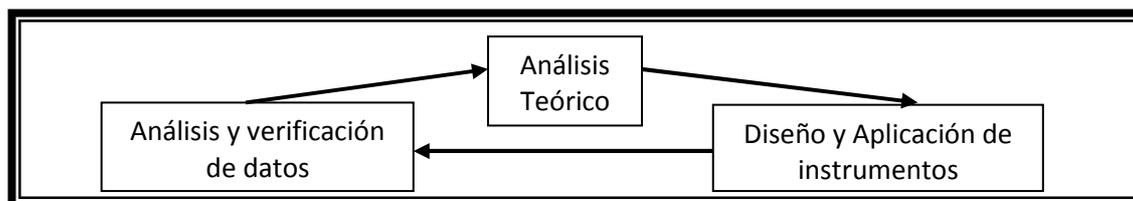


Figura 1: Ciclo de Investigación (Asiala et al., 1996)

Análisis teórico

Para este análisis se tomaron en cuenta la experiencia de los investigadores en relación a la función lineal, la recopilación de datos del objeto matemático -la función lineal-, la revisión epistemológica, y el análisis de textos. Todos ellos dando luces de las construcciones mentales que estarán involucrados en la descomposición genética hipotética. En la descomposición genética se evidencian las acciones y los procesos de los conceptos involucrados en la investigación para ir estructurando la construcción del objeto de estudio, por medio de la coordinación de acciones, procesos y objetos, para llegar a la construcción propuesta en nuestra descomposición genética. La descomposición genética en nuestra investigación juega un muy rol importante no solo por los objetivos propuestos, sino que estamos considerando una construcción previa que no considerara en la teoría APOE, denominada pre-acción y es donde justamente entra en consideración el conocimiento cotidiano, como una etapa previa donde los estudiantes construyen nociones de los conceptos involucrados en la descomposición genética.

Diseño y aplicación de instrumentos

Se diseñan y aplican instrumentos con el fin de poder documentar cada una de las construcciones mentales dispuestas en nuestra descomposición genética. Cabe aclarar que es la totalidad del instrumento el que da cuenta de nuestra descomposición genética.

Análisis y verificación de datos

Los datos recogidos en la etapa anterior, permiten ver la viabilidad de la descomposición genética hipotética propuesta, o bien proveen antecedentes para una reformulación de la descomposición genética, es decir su refinamiento, obteniendo así una descomposición genética más viable como resultado de la aplicación completa de este ciclo.

Prerrequisitos y articulación del conocimiento cotidiano y la teoría APOE

Hay algunos prerrequisitos de nociones matemáticas que considerados esenciales para que los estudiantes sordos comiencen el aprendizaje de la función lineal en el nivel de enseñanza considerado en esta investigación:

- Comprender la correspondencia entre dos conjuntos, estableciendo relaciones entre ellos.
- Comprender algunas nociones básicas de conjunto; es decir, algunas operaciones con subconjuntos y su notación, y la utilización de la idea de pertenencia y labor desempeñada para establecer relaciones entre dos conjuntos.
- Conocer y aplicar adecuadamente las propiedades de función, interpretándola desde sus interpretaciones y usos.
- Familiarizarse con manipulaciones algebraicas básicas, incluyendo manipulación de expresiones polinomiales de primer grado.
- Comprender el significado de implicaciones falsas y verdaderas, así como de recíprocas de implicaciones y de equivalencias.
- Comprender el concepto de función en un trabajo de la vida real y se capaz de esbozar gráficos de algunas de ellas, como, por ejemplo, de las funciones lineales.

Para indagar con profundidad en los prerrequisitos mencionados anteriormente en nuestra población de estudio, es necesario agregar otra construcción mental denominada **pre-acción**, pues este tipo de construcciones no están propuestas ni definidas en la teoría APOE.

Un estudiante sordo realiza una pre-acción cuando en sus argumentaciones emplea manipulaciones aleatorias, transformando conceptos relacionados con la función lineal a la vida cotidiana. Por ejemplo trata de abordar la noción de función de la siguiente forma: *para el alumnado sordo la palabra “función” está asociada al rol que uno desempeña o al trabajo a desarrollar, por ello se propone un trabajo desde el significado de los alumnos adecuando la matemática en su contexto y desde este, trabajar el concepto matemático para que este adquiera el significado adecuado, con sus propiedades y que este no sea impuesto por el docente o por la propia matemática.*

El conocimiento cotidiano nos permitirá que los estudiantes sordos tengan las instancias previas de indagación y experimentación como se menciono anteriormente, permitiendo que aparezcan la señas desde la matemática, la idea es dar sentido a través del conocimiento cotidiano que poseen nuestros estudiantes a lo matemático.

La teoría APOE al considerar que “*El conocimiento matemático de un individuo es su tendencia a responder a las situaciones matemáticas problemáticas reflexionando sobre ellas en un contexto social*” no contradice el hecho de agregar otra construcción mental que estamos llamando “preacción”, la cual nos permitirá explicar y documentar de mejor manera la construcción del concepto de función lineal, desde el conocimiento cotidiano del sordo al conocimiento matemático; para así avanzar de mejor manera hacia la construcción de un camino viable que modele cómo los estudiantes sordos construyen el concepto de función lineal.

5. Descomposición genética hipotética

El siguiente diagrama (ver figura 2) presenta los conceptos matemáticos asociados al estudio en color azul y, en color rojo y pintados en su interior en celeste se muestran aquellas prácticas cotidianas con las cuales se trabajaran las primeras

nociones de estos conceptos. Esta descomposición genética presenta 4 ejes fundamentales que están al centro de la descomposición genética, estos son: variable, relación, función, y función lineal.

Descripción de las construcciones mentales

Pese a que la teoría APOE tal como se señaló anteriormente deriva su nombre de las construcciones mentales que se desarrollan en ella (acción – proceso – objeto – esquema), por el objetivo de nuestra investigación se consideraran solo las construcciones acción, proceso y objeto. Además como el universo de los estudiante que son parte de esta investigación presentan déficit auditivo consideramos que es necesaria una construcción previa y no considerada en la teoría APOE, la cual trata preacciones, donde se consideraran el trabajo previo – desde el conocimiento cotidiano de los estudiantes sordos– para tratar de lograr nociones del concepto, y así asociar prácticas de los estudiantes a los conceptos, dando la experiencia previa que a este tipo de estudiantes por su condición auditiva les falta; tal como queda afirmado en la investigación de Serrano (1995) les falta la parte experimental. Además si a esto le agregamos la dificultad de no tener señas propias y específicas de los conceptos asociados, la cuestión de alcanzar la construcción de un determinado concepto matemático para esta población empeora. Las construcciones mentales, según los pilares que hemos definido en la descomposición genética serían:

Preacción: Un estudiante posee una concepción de preacción cuando se queda en el trabajo contextualizado, logra asociar pero sin distinguir las nociones de los conceptos asociados a las actividades realizadas. Un estudiante realiza una preacción:

- De relación, si el alumno es capaz de establecer relaciones entre conjuntos desde lo cotidiano, con la idea de pertenecía asociada.
- De variable, si reconoce el concepto de variación de de variables pero no distingue si este tipo de variable dependiente o independiente.
- De función, si asocia el concepto de función a trabajo (según contexto) y resuelve ejemplos prácticos como asociar la labor realizada y por quien la realizo, enlazando ambos en el diagrama.

Acción: Un estudiante realiza una concepción acción cuando es capaz de a partir de prácticas asociadas e identificar nociones de los conceptos asociados y concebir estos desde la matemática. Un estudiante realiza una acción cuando es capaz de pasar del trabajo práctico cotidiano a trabajar conceptos desde la matemática.

- De relación, si reconoce pares ordenados en los diagramas presentados
- De variable, reconoce variables, sin establecer la relación entre ellas.
- De función, si el alumno reconoce la relación funcional en conjuntos no numerables.
- Función lineal, si reconoce la gráfica, la pendiente sin asociar si es creciente o decreciente o valora expresión algebraica que determina la función lineal.

Proceso: Un estudiante percibe el proceso que engloba diferentes nociones asociadas, es capaz de realizar trabajo con conjuntos no numerables. Reconocer variables y asociarlas, determinar la grafica de la función lineal y describir un análisis de esta. Un estudiante posee una concepción proceso:

6. Diseño y aplicación de instrumentos

Se diseñó un cuestionario de 14 preguntas con el fin de documentar o refinar nuestra descomposición propuesta, en el cuestionario se consideraron los 4 ejes antes mencionados, considerando desde el conocimiento cotidiano al conocimiento matemático. El instrumento se aplicó a un grupo de alumnos del Centro de Estudios y Capacitación para Sordos de Valparaíso (CECASOV), en la dos etapas; la primera de ella se aplicó a un grupo de 4 estudiantes, 3 de ellos pertenecientes al nivel de tercero medio, los que serán identificados por E1, E2, E3 y uno de cuarto año de enseñanza media identificado por E4. Todos ellos han trabajado el concepto de función lineal de forma previa; en esta primera etapa se aplicó la parte del cuestionario relativo a:

- Relaciones, con preguntas relativas establecer relaciones entre diagramas sagitales.
- Reconocimiento de Variables, a través del análisis de situaciones los alumnos analizan variables y su dependencia.
- Función, los alumnos desde conocimiento cotidiano o conocimiento matemático establecen la relación funcional y en específico la función lineal.

El cuestionario fue tomado en un grupo de 2 estudiantes (E1 y E2) pero sin interacción entre los alumnos participantes y 2 individuales (E3 y E4) en tres sesiones y en diferentes días.

La segunda parte relativa a función lineal, fue aplicada de forma grupal solo a dos estudiantes, uno de tercero medio y uno de cuarto medio (E1 y E4) sin tener interacción entre los estudiantes, por inasistencia del resto de los estudiantes, teniendo ambos alumnos excelente rendimiento en matemática y también en el resto de las asignaturas. A estos dos estudiantes se les aplicó la parte dos del cuestionario relativa a función lineal. Considerando lo anterior podemos considerar que la investigación tiene un carácter de cualitativo, siendo un análisis de casos, válido para la realidad del centro de estudios. En cuanto a la realidad académica de los estudiantes informantes, todos los estudiantes de tercero medio presentan hipoacusia profunda, con muy poca oralización y el alumno de cuarto medio presenta restos de audición con un alto nivel de oralización.

Todas las sesiones –5 En total– fueron filmadas y fotografiadas por lo que se cuenta con el respaldo de las entrevistas realizadas, estas serán de gran importancia en el análisis de los resultados ya que uno de los alumnos de tercero medio E2 no tiene un amplio nivel de vocabulario ni comprensión lectora, por lo que se tuvo que explicar cada una de las preguntas en señas y como consecuencia de ello E2 explicó de forma verbal más de lo que contestó de forma explícita en el cuestionario, lo cual quedó como evidencia en el video grabado de la sesión.

Una vez aplicado el cuestionario, se procederá a analizar los datos obtenidos que pondrá en evidencia la validez de la descomposición genética hipotética presentada, con ello se recopilarán evidencias de las construcciones mentales de los alumnos y de las prácticas pedagógicas asociadas a los conceptos que ayudan a los alumnos adquirir nociones de estos. Esto nos permitirá visualizar si los alumnos sordos son capaces de desprenderse de estas prácticas cotidianas asociadas o se quedan en las nociones del concepto.

Análisis y verificación de datos

Según el análisis de los datos obtenidos podemos señalar que los alumnos informantes en lo general logran apropiarse de las nociones previas de los conceptos trabajadas desde un contexto cotidiano, definidas en las preacciones de nuestro trabajo, tal como se ilustra a continuación según la respuesta de E1:

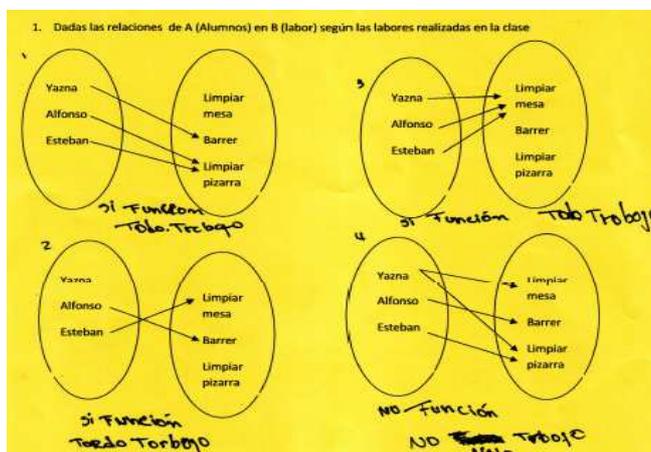


Figura 3: Respuesta del estudiante E1, relación funcional

En la figura anterior, el estudiante E1 señala que la relación establecida no es una función ya que Yazna no tiene imagen, lo que él señala escribiendo que es floja, con un lenguaje cotidiano asociado al trabajo preliminar propuesto. Por otro lado el alumno aun trata la función como trabajo, usando ambas palabras para designar si las relaciones son función. Esto nos muestra que no hay un lenguaje claro y específico de la matemática, pero en relación a los demás resultados obtenidos comienza haber una evolución del concepto, donde ya se empieza a asociar al concepto de trabajo uno propio desde la matemática, como lo es función, al establecer la relación funcional entre conjuntos. Este alumno designado por E2 en la mayoría de las respuestas presento dificultad para entregar su respuesta escrita, ya que en señas no tenía problemas de justificación, por lo que en el extenso están transcritos los diálogos con este alumno desde la filmación, para complementar sus respuestas y así poder determinar sus construcciones mentales. A modo de evidencia se puede ver la figura.

a) Si compro una (1) polera pago: 5.000
 b) Si compro dos (2) poleras pago: 10.000
 c) Si compro cuatro (4) poleras pago: 20.000
 d) Si compro diez (10) poleras pago: 50.000

1 + 5000
2 + 10000
4 + 20000
5 + 25000
6 + 30000
8 + 40000
10 + 50000

e) Indica cuáles son las variables
 polera (cantidad)
 diez (10) 80000 = pelota

f) Determina cual es la variable independiente y dependiente, justifica tu respuesta
 pelota dependiente
 compra independiente

g) ¿Qué relación puedes establecer entre "el número de poleras" y la "cantidad que pago"
 pelota polera 5000

$$x \times y = 5.000$$

Figura 4: Respuesta estudiante E2.

También la recolección de datos nos permite dar cuenta de la falencia de vocabulario y de lenguaje en los alumnos, esto se evidencia en la comprensión del nombre de los docentes del centro (conjunto A de la imagen 3) conocidos por los alumnos y que son reconocidos al señalar el apodo en señas de estos. Una vez aclarado esto, el alumno E1 puede corregir su ejercicio, ver figura 5:

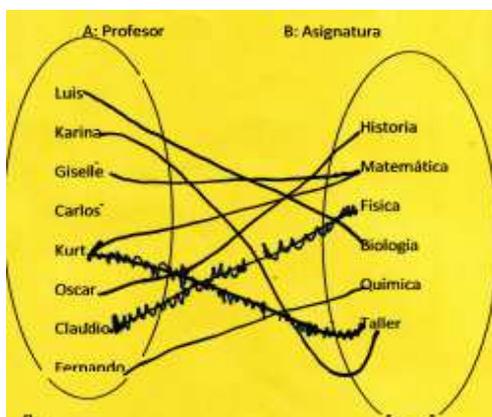


Figura 5: Respuesta del alumno E2.

En general el grupo de estudiantes a los cuales se les aplicó el instrumento logra concepción pre acción y acción de los 4 pilares declarados: relación, relación funcional, función y función lineal; solo 1 de los alumnos logra la concepción objeto del concepto función lineal alejado del vocabulario del cotidiano. Este es el caso del alumno E4, el cuál logra determinar que la grafica es creciente, determinar los puntos que pertenecen a la función, calcular su pendiente en base a los pares de puntos determinados, reconoce la expresión que determina la función lineal en base a lo calculado, el alumno presenta dificultades en el cálculo de la pendiente al hacer la diferencias de x e y, no considera el signo al restar pero como en ambos es negativo definitivamente no afecta su cálculo, tal como muestra la figura 6, este alumno cabe señalar que es hipoacusico por ende tiene un vocabulario mayor al resto de sus compañeros.

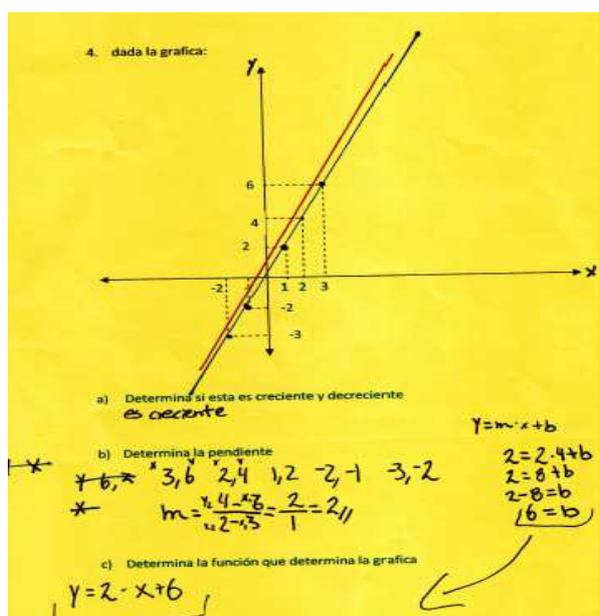


Figura 6: Respuesta estudiante E4.

A la luz de los resultados obtenidos, podemos decir que los alumnos por lo general se les hace más sencillo les acomoda el trabajo desde el conocimiento cotidiano, no presentando dificultades en su resolución, más aún si se trabaja con conjuntos numerables, ya que de cierta forma esto lo hace más tangible para ellos y menos abstracto al asociar situaciones que para ellos le son cotidianas. Al hacer evolucionar el concepto alejándose del conocimiento cotidiano y acercándose desde la matemática, solo dos de ellos logran alejarse del vocabulario que permitió trabajar las primeras nociones de los conceptos y que permitían que a los estudiantes les sea significativo según su realidad. Pero no logran desarrollar un trabajo desde un vocabulario técnico matemático; además no olvidemos que todo esto está asociado a la falencia de señas en el área de la matemática.

7. Conclusiones y reflexiones

En relación a las construcciones mentales

Con respecto a las construcciones mentales que los alumnos poseen en relación a la función lineal, podemos evidenciar que el paso del conocimiento cotidiano al conocimiento matemático y la transición que se evidencia entre estos conocimientos, es una ruta para los alumnos sordos mucho más efectiva para llegar a construir conceptos matemáticos. Les permite un trabajo no tan abstracto con situaciones que son vividas por ellos o bien cosas que ellos pueden realizar para comprobar su veracidad, como por ejemplo el tratar de hacer dos labores a la vez como lo es limpiar la pizarra y barrer lo que implicara que ninguna de las dos “funciones” asociadas sean un trabajo que realice bien, por lo tanto en el ámbito funcional representando dichas situaciones con diagramas sagitales lo lleve a ver que matemáticamente esta tampoco sea función, o bien que uno de los alumnos no desempeñe labores o “funciones” pese a que todo el resto lo haga y se marque por ser un “flojo” lo que implicara que en el diagrama sagital uno de los elementos del dominio no tenga imagen implicara que tampoco sea función, ya que hay un alumno que no desempeña función.

Para esta investigación trabajar los conceptos involucrados en la descomposición genética desde lo cotidiano permitió a los alumnos tener nociones significativas de los conceptos involucrados como lo son: variables, relación, relación funcional. Pudiendo con ello asociar palabras desde su vocabulario como lo es “ser flojo” o “trabajo” asociados al concepto de función, para así despegar de este vocabulario y el conocimiento cotidiano de preacciones a otras construcciones mentales más elaboradas como acciones o procesos.

Con respecto a esto último los alumnos presentan problemas al realizar trabajo algebraico, relacionar las variables a través de una igualdad, determinando la ecuación de la recta asociada a la función lineal, presentando problemas de tipo calculístico ya sea al operar números o bien reducir expresiones algebraicas, siendo estas últimas las que presentan mayor dificultad, presentando incluso una estructura distinta a la comúnmente usamos que es coeficiente numérico y factor literal, ellos pueden usar sin mayor inconveniente factor literal-coeficiente numérico como por ejemplo $5x$ o $x5$. Con ello no se señala que lo anterior este errado ya que la multiplicación es conmutativa en los números reales.

Solo un alumno presenta una construcción objeto de función lineal, y escapándose completamente del vocabulario del cotidiano, trabajando desde la

matemática, cabe señalar además que no es un dato menor, ya que este estudiante es el único alumno hipoacusico, teniendo mayor vocabulario escrito y oral respecto al resto de los estudiantes participantes en la investigación, lo cual influye en la forma de entregar sus respuestas.

Creemos que el haber considerado estos dos referentes teóricos –APOE y cotidiano– en la investigación nos permite evidenciar y responder a nuestra pregunta de investigación planteada inicialmente, de cómo las personas sordas logran el conocimiento matemático en específico la función lineal, ya que al considerar el conocimiento cotidiano hace la matemática cercana y contingente a la realidad de los estudiantes, permitiendo crear nociones de los conceptos y por sobre todo permitir que aparezcan las primeras señas matemáticas de los conceptos trabajados, que surgen desde los propios alumnos y no impuestas desde la matemática y por la o el docente a cargo.

Con respecto al lenguaje

Los resultados obtenidos en esta investigación ratifican también los obtenidos por Van Lamoen (2011), que es sumamente necesario trabajar no solo desde el subsector del lenguaje el vocabulario matemático, sino que desde la matemática, ya que juega un rol fundamental para poder expresar de mejor maneras respuestas, favorecer la comprensión lectora matemática, y sobre todo para soslayar la dificultad que se mostró en el instrumento al tratar de entender lo que se pedía en las preguntas, ya que al ser explicado en señas por una de las investigadoras el alumno comprende que es lo que se pedía resolver, siendo este no un obstáculo desde la matemática sino más bien desde el lenguaje.

Siendo este uno de las principales diferencias que presentaría este tipo de alumnado con respecto a sus pares oyentes, consideramos que este punto es fundamental en el aprendizaje de cualquier persona ya que en una primera instancia es lo que nos permite comunicarnos con otros, expresarnos y comprender nuestro entorno.

Si fuésemos más allá, la comunicación escrita y oral es la que ha permitido el traspaso de generación en generación de la información, tal como se evidencia en la revisión epistemológica del concepto función y como este fue surgiendo y evolucionando con el paso de los años. En este sentido el avanzar en lo comunicacional y en las señas específicas de las ciencias y en particular de las nociones matemáticas, permitirá que los alumnos con déficit auditivo traspasen el conocimiento adquirido de generación en generación dentro de la cultura sorda, incluyendo las señas que surjan desde la matemática. Respetando su forma de expresión y diferencias lingüísticas las cuales no utilizan conectivos y tienen un sentido diferente en relación a como un oyente expresaría lo mismo, un oyente al preguntar “tú estás bien”, un sordo lo haría “tu bien”.

Con respecto a la didáctica

Una vez culminado el análisis de las construcciones mentales de los estudiantes, podemos apreciar que el trabajo desde el conocimiento cotidiano de la matemática, hace más significativos los conceptos, permitiendo adquirir nociones más evolucionadas de los conceptos. Particularmente, podemos señalar que el trabajo relativo a la función lineal necesita un trabajo previo, fuerte y significativo en

lo cotidiano, para que los estudiantes sordos alcancen las construcciones mentales dispuestas en las descomposición genética.

Esto implica realizar un trabajo didáctico previo al trabajo de los conceptos desde la matemática y también posterior a ello, ya que solo enlazando ambos trabajos los alumnos comprenderán el significado previo realizado y no quedarán como actividades sin algún sentido.

Este enlace de los trabajos permitirá que los alumnos logren finalmente un trabajo desde la matemática y no desde el conocimiento cotidiano, usando vocabulario adecuado a los conceptos trabajados, en nuestra investigación dejar de lado palabras como “trabajo” por “función”, “flojo” por “relación” o “no es función” por “la falta de imagen en elementos del dominio”, entre otros. Para lograr esto se debe hacer un buen enlace entre el trabajo desde el conocimiento cotidiano hacia el conocimiento matemático, siendo majaderos en el uso del lenguaje matemático cuando corresponda.

Estas instancias que permitirán explorar, descubrir y formalizar el conocimiento matemático no debe estar presionada por los tiempos, sino por el contrario dar el tiempo necesario para que nuestros estudiantes adquieran la etapa exploratoria o de experiencia que les falta, respetando los tiempos de dialogo y de donde surgirán las señas y los conceptos que serán la base de las construcciones mentales de los estudiantes.

Reflexiones y proyecciones

De forma particular creemos que aún hay una brecha abismante entre el alumnado sordo y el oyente, las formas en que ellos aprenden matemática son sumamente diferentes, por ello la forma en que debemos abordar los mismos contenidos debe ser totalmente distinta, quizás las actividades propuestas en el cuestionario no tenga sentido para estudiantes oyentes, pero para alumnos sordos la etapa previa es algo fundamental, para que los conceptos adquieran sentidos y se apropien de nociones reales de lo que estamos tratando de enseñar.

El manejo algebraico es un tema a proyectar en futuras investigaciones y que se podría proponer un refinamiento de nuestra descomposición genética, ya que no se alcanza a visualizar bien el trabajo algebraico, más solo al tratar de buscar la función lineal se evidencia la dificultad al sumar letras o valorar fórmulas, quedando esta arista sin abordar en esta investigación y que es parte las proyecciones que proponemos.

Como docentes creemos que aún nos falta mucho por avanzar para poder atender a las necesidades de este tipo de estudiantes, nos falta: la preparación en nuestra formación docente, conocer experiencia en la entrega de los conocimientos matemáticos de forma que estos sean significativos para estos alumnos, conocer más realidades y por sobre todo, hace falta tener más investigaciones de cómo podemos entregar el conocimiento a los estudiantes sordos y hacer una Didáctica para LAS NECESIDADES EDUCATIVAS ESPECIALES.

Agradecimientos

Para finalizar, son muchas las cosas que hemos aprendido en el CECASOV, agradecemos la oportunidad que nos dieron este grupo de chicos de poder entrar en su cultura, de intentar comprenderlos, de enseñarnos su mundo que hasta ese instante era desconocido para nosotros, por hacer mirar la enseñanza de la

matemática desde una arista distinta, de desafiar día a día, clase a clase a buscar practicas pedagógicas distintas para tratar de enseñarles y por mostrar que no soy solo nosotros enseñamos en la sala de clases sino que son nuestros estudiantes quienes también nos están enseñando a nosotros.

Bibliografía

- Asiala, M., Brown, A., Devries, D.J., Dubinsky, E., Mathews, D. y Thomas, K. (1996). A framework for research and curriculum development in undergraduate mathematics education. In J. Kaput, A. H. Schoenfeld, E. Dubinsky (Ed.s) *Research in Collegiate Mathematics Education*. Vol. 2. Providence, RI: American Mathematical Society. p. 1-32.
- Berger, P. y Luckmann, T. (1986). *La construcción social de la realidad*. Buenos Aires: Amorrortu.
- Dubinsky, E. (1991). Reflective abstraction in advanced mathematical thinking. En D. Tall (Ed), *Advanced Mathematical thinking* (pp 95-123), Dordrecht: Kluwer.
- Dubinsky, E. (1996). Aplicación de la perspectiva piagetiana a la educación Matemática Universitaria. *Educación Matemática*. **8**(3), 25 – 41.
- Dubinsky, E. (1997). On Learning Quantification. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, vol. 16, num. 2/3, pp. 335-362.
- Diaz, F y Hernandez G. *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. Facultad de psicología, Universidad Autónoma de México. Tercera edición. Editorial Mc Graw Hill.
- Dubinsky, E. (1991). Reflective abstraction in advanced mathematical thinking. En D. Tall (Ed), *Advanced Mathematical thinking* (pp. 95-123), Dordrecht: Kluwer.
- García-Zatti, M. y Montiel, G., (2008). Resignificando la linealidad en una experiencia de educación a distancia en línea. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* 3(2), 12-26.
- Mazzitelli C. y Aparicio M., (2010). El abordaje del conocimiento cotidiano desde la teoría de las representaciones sociales. *Revista Eureka enseñanza de divulgación de la ciencias*. (pp 636-652).
- Mineduc. (2010). Guía 600 Mineduc – Educación especial. Documento disponible en: http://600.mineduc.cl/informacion/info_nive/nive_espe/index.php
- Serrano, C. (1995). *Procesos de resolución de problemas aritméticos en el alumnado sordo: aspectos diferenciales respecto al oyente*, Tesis para optar al grado de Doctor, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Pozo, J. I.; Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid. Morata.
- Serrano, C. (1995). *Procesos de resolución de problemas aritméticos en el alumnado sordo: aspectos diferenciales respecto al oyente*, Tesis para optar al grado de Doctor, Universidad Autónoma de Barcelona, España.
- Sierpiska, A. (1992). Understanding the notion of function. En G. Harel y E. Dubinsky (Eds), *The concept of function. Aspects of Epistemology and Pedagogy* (pp 25-58) USA: Mathematical Association of America.
- Van Lamoén K. (2011). *Construcción del Concepto Función Cuadrática en Estudiantes Sordos: un estudio bajo las teorías APOE y de Registros de Representación Semiótica*. Tesis para optar al Grado de Magíster en Didáctica de la Matemática. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso-Chile.

Vásquez S (2008), El concepto de función a través de la Historia. *Unión, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*. Número 16.

Giselle Mora Ocares. Magíster en Didáctica de la Matemática por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. de Chile.
profesoragisellemora@hotmail.com.

Marcela Parraguez González: Doctora en Matemática Educativa. Profesora del Programa de Doctorado y Magíster en Didáctica de la Matemática de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso de Chile. . marcela.parraguez@ucv.cl.