

INVESTIGACIONES

Caracterización de las habilidades STEM en procesos de etnomodelado con alumnos/as trabajadores/as migrantes haitianos/as de la ciudad de Talca

Characterization of STEM skills in ethno modeling processes
with Haitian migrant workers from the city of Talca

María Aravena Díaz^a, Marcelo Rodríguez^a, Leyla Barría^b

^aDepartamento de Matemática, Física y Estadística, Universidad Católica del Maule.
maravena@ucm.cl

^bProfesora de Matemática, Fundación CRATE, Talca.

RESUMEN

El artículo presenta los resultados de un diagnóstico que se realizó en la ciudad de Talca a un grupo de migrantes haitianos/as trabajadores/as que ingresan al sistema escolar a validar estudios de enseñanza media. El experimento se realizó en un aula multicultural y se diseñaron tareas de modelación tipo STEM en contextos de etnomodelación relacionado con la agricultura que es cercana a su realidad de origen. Las tareas se presentaron en los dos idiomas, tanto en creole como en español, para que éste no fuera una barrera en el desarrollo del ciclo de modelado. La metodología es de corte cuantitativo lo que permitió caracterizar las habilidades STEM. La muestra intencionada estuvo constituida de 13 alumnos/as que estuvieron de acuerdo en participar de la experiencia. A nivel de resultados, aunque presentan dificultades y obstáculos, se reconoce la importancia de utilizar ambos lenguajes para comunicar procesos y métodos matemáticos y científicos.

Palabras claves: Habilidades STEM, Etno-modelación en matemática, Educación multicultural.

ABSTRACT

The article presents the results of a diagnosis that was made in the city of Talca to a group of Haitians migrants workers who enter the school system to validate high school level studies. The experiment was carried out in a multicultural classroom and STEM-type modeling tasks were designed in ethno-modeling contexts related to agriculture that is close to its original reality. The tasks were presented in two languages, both in Creole and in Spanish, so that this would not be a barrier in the development of the cycle of modeling. The methodology is quantitative nature, which allowed the characterization of STEM skills. The intentional sample consisted of 13 students who agreed to participate of the experience. At the level of results, although they present difficulties and obstacles, it is recognized the importance of using both languages to communicate mathematical and scientific processes and methods.

Key words: STEM skills, ethno-modelation in mathematics, multicultural education.

1. CONTEXTUALIZACIÓN

En los últimos 10 años Chile se ha transformado en un polo de atracción para diferentes colectivos migrantes de diferentes latitudes (Poblete, 2018; INE, 2018), resultando atractivo como destino debido al crecimiento económico que sobresale dentro de los países latinoamericanos. Sin embargo, la migración de personas en el mundo no es un tema reciente sino de larga trayectoria, más aún en la actualidad en un mundo cada vez más globalizado e interconectado las personas buscan estabilidad, marcadas por motivaciones laborales, educacionales y económicas, o en otros casos se trata de migraciones forzadas por contextos de origen, golpeados por la violencia social, catástrofe natural y estructural (Poblete, 2018; Lodhi, Rosich y Cantero, 2019) como es el caso de Haití. También se reconoce que el volumen de migrantes en el mundo es cada vez mayor, solo en el año 2017, alcanzó los 258 millones de personas que viven fuera de su país de origen (Stefoni, 2018; ONU, 2018). Este desplazamiento masivo tiene consecuencias sociales, culturales, religiosas y políticas conformándose a nivel internacional sociedades multiculturales, multiétnicas, multirreligiosas y multilingües (Lodhi, 2015), tal como constata la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), quienes han convocado a los líderes a elaborar programas de educación e información, para preparar a la ciudadanía ante esta situación. Se reconoce además los efectos positivos de la migración para los migrantes y sus familias, donde no solo es el impacto económico, sino que también conlleva mejoras en muchas otras áreas como son la educación y la salud (Mcauliffe & Ruhs, 2017).

Los/as migrantes haitianos/as han identificado a Chile como un destino para el bienestar económico, estabilidad, seguridad y posibilidades reales de ingreso regular. Como indica Villanueva, “Esta promesa de futuro ha ido poco a poco insertándose en campos nuevos, en circuitos de expectativas para miles de migrantes que antes miraban a Estados Unidos, Canadá, Francia o España como destinos posibles.” (Villanueva, s/f, p. 23). La llegada de migrantes a diferentes ciudades se puede constituir en un espacio privilegiado para vivir la diversidad y en consecuencia, un espacio educativo importante para valorar y enriquecer la convivencia en espacios multiculturales y avanzar en la igualdad de oportunidades (Bartolomé, Cabrera, Espín, Marín y Rodríguez, 1999). Las iniciativas pretenden superar el concepto de asimilación y potenciar la integración como expresión positiva del reconocimiento de las potencialidades que supone para la ciudad la inmigración, mediante el enriquecimiento cultural y de trabajo (Vertovec, 1998; citado en Bartolomé *et al.*, 1999).

Hacer frente a estas posibilidades y desafíos requiere que los países adopten estrategias para enfrentar las diversas culturas, idiomas e identidades, donde la educación juega un rol fundamental pues debe considerar la multiculturalidad con las ventajas y desventajas que ello implica, porque este proceso de cambio, como es la migración, en las estructuras sociales, no se va a detener, con lo cual se requiere hacer frente en todos los ámbitos para un desarrollo sustentable de este fenómeno mundial que se acrecienta cada vez más en diversos países, incluyendo Chile (Poblete, 2018). En particular, en el último tiempo la Región del Maule no ha estado exenta de los flujos migratorios y se ha transformado en un polo de atracción para muchos colectivos migrantes, principalmente para los/as migrantes haitianos/as es interesante y atrayente laboralmente, ya que su productividad está centrada en la agricultura y en la extracción y recolección agraria. El gran número de haitianos/as busca bienestar y en muchos casos inserción en el sistema educativo, integrándose a partir del currículum del país, pero en general se ven enfrentado a un contexto cultural distinto y

una diversidad lingüística que puede llevar al fracaso de muchos de ellos que se insertan en el sistema escolar, más aún si no se está preparado para abordar estos procesos.

Esta presencia de diferentes culturas e idiomas, visualizados en la composición de la población migrante, trae consigo nuevos desafíos para las instancias ministeriales y las políticas públicas, de tal manera de atender a ese segmento de la población en todos los contextos sociales, culturales y educativos en los cuales están inmersos (Montecinos, 2004; Jiménez y Fardella, 2015; Stefoni, Stang & Riedemann, 2016). En el ámbito educativo, que es de interés en este estudio, diversas son las recomendaciones que las investigaciones e informes de la ONU evidencian, especialmente para las escuelas que reciben a la población bilingüe, como es el caso de la población haitiana que habita en la Región de Maule, identificando problemas y dificultades para acceder a la información y a los servicios educativos por el escaso manejo del español, puesto que la mayoría se maneja en su lengua de origen, el creole, lo que genera problemas para la escuela, ya que en general no cuenta con mediadores interculturales (Poblete, 2018) y en el caso de los procesos de enseñanza, tampoco los profesores/as chilenos/as están preparados para enfrentar dichos procesos que integre diversas culturas y lenguas. Según Rojas, Amode y Vásquez (2015), uno de los factores que estaría en la base de la inclusión de la población haitiana a los diversos contextos sociales, son las barreras que los/as chilenos/as le atribuyen a los/as haitianos/as, “como pobres o tontos, basados en supuestos de la crisis humanitaria de Haití y en la distancia idiomática que algunos manifiestan respecto del Castellano” (p. 12). Estas preconcepciones sobre los/as haitianos/as representarían barreras concretas que impiden su integración en los diversos contextos sociales, incluyendo a las escuelas.

El desafío de integración en las escuelas ha sido un tema de interés desde hace décadas para la educación matemática en diversos contextos, entre los que se destaca la enseñanza de la matemática en aulas multiculturales (Lopez y Ochoa, 2015), donde aspectos culturales como el lenguaje cumplen un papel determinante en el aprendizaje de la matemática (Vilella, 2007, citado en Blanco, 2011). Se evidencia que la enseñanza de las matemáticas es una temática compleja principalmente por el objeto de la matemática que interviene y al grupo humano que va dirigida, esto ha creado un nuevo enfoque y nuevo campo de investigación para la Didáctica de la Matemática (Lodhi, 2015; Lodhi, Rosich y Cantero, 2019) especialmente hoy en día donde se reporta que aproximadamente la mitad de la población mundial utiliza más de un idioma en su vida cotidiana y han estimado que más del 60% de la población mundial es bilingüe o multilingüe, por lo que es cada vez más frecuente que estudiantes de diversos orígenes estén presentes en las aulas de todo el mundo (Franceschini, 1998; Parvanehnezhad & Clarkson, 2008), lo que ha generado que muchos/as estudiantes aprendan matemáticas en una lengua que no es su primera lengua (Barwell, Barton & Setati, 2007).

Varios estudios se han enfocado en analizar la influencia de la lengua en la resolución de problemas matemáticos y el cambio de lengua en relación a la educación matemática (Parvanehnezhad & Clarkson, 2008; Lodhi, Rosich y Cantero, 2019), entre los que destacan: la representación de las matemáticas y la construcción discursiva de la diversidad lingüística (Chronaki & Planas, 2018), las ortodoxias que impregnan la educación matemática en el alumnado más vulnerable, como es el caso de los/as alumnos/as bilingües (Jorgensen, 2018); el impacto de la instrucción en lengua materna en los primeros grados de la enseñanza de un/a alumno/a (Sanchez, 2015); el lenguaje como recurso a las fuentes de significado en las aulas de matemáticas multilingüe (Barwell, 2013; Adler, 1998; Brenner, 1994; Khisty, McLeod & Bertilson, 1990; Khisty, 1995; Moschkovich, 1999).

El interés se ha centrado en estudios que aportan sobre cómo mejorar las condiciones de enseñanza en la resolución de problemas en contextos, en el aula de matemática bilingüe, con estudiantes haitianos/as, donde se han considerado como referentes los estudios de Planas y Civil (2010), quienes han investigado sobre las oportunidades de aprendizaje matemático de alumnos/as cuya primera lengua es distinta a la hablada por el/la profesor/a del aula y distinta a la de sus compañeros/as y las recomendaciones de Moschkovich (2007), quien plantea “usar el conocimiento de las dos lenguas como recurso para la comunicación matemática por medio del cambio entre lenguas y la combinación de ellas en una misma frase según convenga a los/as estudiantes y en función de la complejidad de la tarea” (Planas y Civil, 2010, p. 8).

El objetivo del estudio es caracterizar las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas que desarrollan los/as estudiantes haitianos/as cuando se enfrentan a la resolución de problemas tipo STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), en contextos de etnomodelación, utilizando su propia lengua o el español según sea su preferencia, para la comunicación y argumentación de los procesos y métodos matemáticos. Se coloca el énfasis en los estudios de Moschkovich (1999), referido a cómo los/as estudiantes construyen múltiples significados utilizando ambas lenguas, cuando el/la profesor/a utiliza otra lengua y no se cuenta en forma permanente con un/a mediador/a lingüístico/a desde una perspectiva sociocultural. Los problemas se enmarcan en su contexto laboral y cercanos a su origen, lo que ayudará a visualizar estrategias didácticas para propuestas futuras que ayuden a mejorar los aprendizajes de los/as alumnos/as haitianos/as, para una mejor inserción en el contexto laboral y social. De esta perspectiva situada y sociocultural (Moschkovich, 2007), el interés se centra en un trabajo matemático integrador de las disciplinas STEM, para un mejor aprendizaje del alumnado considerando su propia lengua o ambas para avanzar en el desarrollo de las habilidades propuestas.

Diversas investigaciones han incursionado sobre las habilidades en matemática para estudiantes migrantes y generando espacios de multiculturalidad en las aulas chilenas, como por ejemplo, que los/as estudiantes deben aprender el conocimiento matemático en otra lengua distinta a la de su país de origen y con otras metodologías. Algunas investigaciones en Chile tratan la interculturalidad lingüística (Sumonte, Sanhueza, Friz y Morales, 2018), pero no se aprecian o son escasos estudios con interculturalidad lingüística y educación matemáticas juntas, como otros países con alta multiculturalidad, como el caso del sistema escolar catalán (Planas & Civil, 2007, 2010, 2013; Planas & Setati, 2009; Planas, 2014; Lodhi, Rosich y Cantero, 2019), investigaciones de otros países con perspectivas más globales de la enseñanza de las matemáticas en aulas multilingües (Barwell, 2003, 2005, 2009) o estudio en aulas multilingües australianas (Clarkson, 2009).

Aunque existen variadas investigaciones sobre interculturalidad en el aula y también sobre aspectos de la enseñanza de las matemáticas, son pocos los/as autores/as que investigan sobre los dos campos a la vez y si nos centramos en el alumnado recién llegado en los centros educativos, los artículos son prácticamente inexistentes. Se reconoce además que la educación STEM puede ayudar a los/as estudiantes a enriquecer su experiencia de aprendizaje, a tener éxito en un mundo que cambia rápidamente, permitiendo conocer diversas áreas y disciplinas, de tal manera de desarrollar habilidades que necesitan para el mañana, para su desempeño en futuras carreras o puestos de trabajo (Aikenhead, 2003; Yakman & Lee, 2012; Bybee, 2013; Ritz & Fan, 2015; Cook & Bush, 2018). Asimismo, la educación STEM puede ayudar a los/as migrantes a desarrollar habilidades que pueden

tener una repercusión positiva no solo en la productividad y el crecimiento de la región o el país, sino también tener efectos sociales considerables y beneficiosos en sus países de origen. En particular en países como Haití con índices altos de pobreza y extrema pobreza, los/as migrantes pueden desempeñar un papel significativo en los procesos de reconstrucción y recuperación posteriores a los conflictos o desastres naturales (Mcauliffe y Ruhs, 2017; Van Hear, 2011), con lo cual es perentorio y obligatorio para los países que los reciben, entregar una educación de calidad que les ayude a impulsar la innovación y un crecimiento sostenido.

2. LA EDUCACIÓN MATEMÁTICA DESDE LA MULTICULTURALIDAD. EDUCACIÓN STEM Y ETNOMODELACIÓN MATEMÁTICA

Un tema de larga data en diversos estudios en educación matemática ha sido la diversidad multicultural, donde el interés se ha centrado por el respecto a la diversidad multicultural, priorizar al ser humano y a su dignidad como entidad cultural. Se destacan diversos estudios en etnomatemática, liderados muchos de ellos por D'Ambrosio (2008), que se han centrado en “la recuperación de la dignidad del ser humano y que corresponde a la matemática que practican diversos grupos culturales” (p. 9). Así también, los estudios de Oliveras (1996, 2002, 2006) han marcado la agenda promoviendo la interculturalidad mediante la educación matemática crítica (Oliveras y Gavarrete, 2012) denominando a las etnomatemáticas como “multimatemáticas o matemáticas vivas” (p. 346). Rosa & Orey (2010) manifiestan que la etnomatemática es considerada mucho más amplia que cualquier sentido actual de multiculturalidad, puesto que se identifica con las tradiciones culturales, códigos, símbolos, mitos y formas específicas de razonar o inferir. Los autores explicitan que las etnomatemáticas pueden ser consideradas como un programa que busca estudiar cómo los/as estudiantes han llegado a comprender, articular, procesar, utilizar ideas, conceptos, procedimientos y prácticas matemáticas para resolver problemas relacionados con sus actividades diarias.

Diversos/as autores/as coinciden que la modelación matemática hay que vincularla a la etnomatemática (Bassanezi, 2002, 2016; Orey, 2000; Orey & Rosa, 2007; Rosa & Orey, 2003, 2011; D'Ambrosio, 1993, 2008), puesto que históricamente los modelos surgen de la realidad y con ello se han construido los primeros caminos para la abstracción de conceptos matemáticos (Rosa & Orey, 2011). Los/as autores/as plantean que la aplicación de las técnicas etnomatemáticas y herramientas de modelado, permiten examinar sistemas tomados de la realidad y nos da una idea de las formas de las matemáticas hechas de una manera holística (p. 59). Desde el punto de vista de Rosa & Orey (2011), es un enfoque pedagógico que conecta una diversidad de formas culturales de las matemáticas y que está mejor representado a través de la etnomodelación, puesto que se respeta la diversidad social de los distintos grupos culturales entendiendo diversas maneras de hacer matemática a través del diálogo y el respeto. Por tanto, la etnomatemática y la modelización es un “campo de investigación que se ubica en la zona de confluencia entre las matemáticas y la antropología cultural” (p. 61). Así el modelado es un enfoque pedagógico que está más cerca de un programa de etnomatemáticas porque utiliza modelos para resolver problemas de la vida real o matematizar fenómenos existentes. Permite además profundizar la comprensión de las matemáticas y una forma de traducir ideas matemáticas (Rosa & Orey, 2010).

Tomando en consideración los/as autores/as mencionados/as, la propuesta se ha enmarcado en estas ideas, puesto que se formularon problemas que surgen desde lo cultural, económico, ambiental y social de la región y cercanas a la realidad de los/as migrantes. Se busca conectar la matemática con su realidad, trabajando con situaciones reales que les ayude a comprender los procesos de la agricultura y medio ambiente a través del modelado matemático, cuyas bondades han sido reportadas en diversas investigaciones (Blum & Niss, 1991; Blomhoj, 2009; Rosa & Orey, 2010; Bassanezi, 2016; Biembengut, 2016; Aravena, 2016). En efecto, trabajar con estos grupos culturales, con visiones distintas de las matemáticas, en contextos de aplicación cercanos a su realidad, les ayudara a vivenciar la importancia de los factores socioculturales, desarrollar actitudes positivas hacia la matemática (Shirley, 1998) y a desarrollar habilidades STEM en procesos de etnomodelación. Asumimos los planteamientos de D'Ambrosio (2008), tratando la diversidad en el aula y el respeto de su cultura, mediante la etnomodelación a través de problemas del entorno cercano a su identidad cultural y laboral:

... ¿la cabeza está llena de cosas que vienen de su ambiente cultural? Ellos tienen sus prácticas, su cultura. Si el profesor no conoce su ambiente cultural, entonces una estrategia para una clase así, multicultural, el debe dar a ellos la palabra, proponer un problema general, no enseñar cómo resolverlo, sino dejar que cada uno haga, la solución que tiene a partir de su ambiente cultural... (p. 22).

Tomando en consideración los planteamientos descritos, las tareas de etnomodelación se han traducidas en ambos idiomas, tanto en español como en creole, de tal manera que se sientan seguros de hacer matemática, pudiendo usar ambos idiomas o el de su preferencia, de acuerdo a la experiencia previa de los/as estudiantes, utilizando este recurso como elemento importante para que ellos/as redacten, expliquen, argumenten y expandan sus explicaciones y descripciones del fenómeno en estudio (Sánchez, 1994; Moschkovich, 2007). Lo anterior ayudará a la caracterización real de sus habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas y no dependiendo del idioma en cuestión, puesto que, autores/as antes mencionados/as evidencian, en estudios empíricos que el cambio de código no debe ser considerado como un déficit en sí mismo o como un signo de deficiencia en el razonamiento matemático.

3. METODOLOGÍA

Para caracterizar las habilidades se utilizó una metodología cuantitativa, mediante un análisis descriptivo e interpretativo de las producciones matemáticas del alumnado para describir un perfil o patrón en cada uno de ellos, considerando el ciclo de modelado de Maaß (2006) que distingue entre el problema real y el problema matemático.

3.1. CONTEXTO Y PARTICIPANTES

El contexto en el que se encuentran los/as participantes corresponde a un Liceo de Educación Media Científico-Humanista Vespertina ubicado en la ciudad de Talca, que depende de la fundación CRATE (Centro Regional de Asistencia Técnica y Empresarial de Talca), y del

Obispado de Talca, cuya misión es entregar educación de calidad a jóvenes y adultos que desean romper con el círculo de pobreza y la falta de oportunidades (PEI, 2018). El establecimiento es de alta vulnerabilidad, donde son acogidas diversas culturas, pero principalmente haitianos/as. Los/as estudiantes son trabajadores/as del área mayoritariamente agrícola y están en proceso de regularizar sus estudios para convalidar la enseñanza secundaria.

Los/as estudiantes migrantes ingresan a este establecimiento a partir del proceso de validación de estudios, mediante el identificador provisorio escolar (IPE), número único, que entrega el Ministerio de Educación para estudiantes Inmigrantes que no cuentan con RUN y desean incorporarse al sistema educacional chileno, en cualquiera de sus niveles de educación regular, facilitando el proceso de matrícula, el acceso a beneficios y contar con los mismos derechos que los estudiantes nacionales respecto a la alimentación, textos, seguro y pase escolar. El proceso de validación se solicita juntamente con la autorización de matrícula provisorio en el Departamento Provincial de Educación correspondiente al establecimiento educacional.

Se considera la población de alumnos/as de educación vespertina adulta, heterogénea en edades, sexo y nacionalidad (chileno/a y haitiano/a) correspondiente a 33 alumnos/as: (1) 1er nivel Media adulto (Primero y Segundo de Enseñanza Media): 15 alumnos/as matriculados/as (9 haitianos/as y 6 chilenos/as); (2) 2do nivel Media adulto (Segundo y Tercero de Enseñanza Media): 18 alumnos/as matriculados/as (6 haitianos/as y 12 chilenos/as).

Muestra: La selección de la muestra fue de manera intencionada y corresponde a 13 alumnos/as de nacionalidad haitiana pertenecientes a: Primer nivel media adulto y segundo nivel Media adulto. El 69% pertenece al género masculino y un 31% al género femenino, con una edad promedio de 29 años y rango de edad entre los 22 y 44 años.

3.2. INSTRUMENTOS

En la selección de las tareas se tuvo en consideración las investigaciones y propuestas de diversos/as autores/as que han abordado problemas que involucran procesos de modelado en contextos auténticos (Blum & Niss, 1991; Niss, 2011; Aravena & Caamaño, 2009; Gómez, 2007; Aravena, Caamaño y Giménez, 2008; Aravena, 2016; Borromeo, 2006; Blomhoj, 2009; Biembengut, 2016; Maaß, 2006) y las características económicas sociales y culturales de origen de los/as estudiantes haitianos/as, de tal forma que se identifiquen con los problemas de su contexto social y cultural en el desarrollo de los procesos y métodos involucrados en el ciclo de modelado. Dichas tareas fueron formuladas por el equipo de investigación y apoyados por los/as estudiantes de 3er año de matemática y computación de la UCM, que se interconectaron de manera integrada con las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas. Las tareas propuestas de profundidad STEM, apuntan a recopilar información sobre la exploración, introducción de conceptos y procedimientos, los tipos de conceptos, concepciones alternativas, ideas previas, estrategias de razonamiento que colocan a prueba en este tipo de problemas y la aplicación de los conceptos y procesos. En el diseño de los problemas se consideraron las investigaciones para la integración de las siguientes habilidades: (1) **Habilidades matemáticas:** Modelar (Maaß, 2006; Blum & Borromeo, 2009; Aravena, Caamaño y Giménez, 2008; Blomhoj, 2009; Biembengut, 2016; Aravena, 2016); representar (Duval, 1998, 2006); argumentar y comunicar (Alsina, 1998; Aravena, 2016; Toulmin, 2003; Martínez y Pedemonte, 2014; Rasmussen, Stephan & Allen,

2004; Brown & Redmond, 2007; Solar y Deulofeu, 2016); (2) **Habilidades científicas:** procesos investigativos que implica explorar, formular preguntas e hipótesis, experimentar, validar, comunicar y argumentar (Osborne, Simon, & Collins, 2003; González *et al.*, 2009; Macedo, 2006; OEI, 1999, 2008; Gil *et al.*, 2005) y (3) **Habilidades tecnológicas,** que corresponden a: selección de medios tecnológicos para organizar y procesar información, utilizar dichos medios y comunicar a través de objetos tecnológicos (Kivunja, 2015; Balanksat *et al.*, 2006; Orey & Rosa, 2018). Los problemas fueron validados mediante la triangulación de expertos/as y luego se realizó validez de contenido en el contexto del Proyecto FONIDE 1700070 que es un estudio más amplio con estudiantes chilenos/as en establecimientos de la Provincia.

En la figura 1 se presenta una de las tareas seleccionadas para el diagnóstico que realizaron los/as estudiantes haitianos/as, cuyos resultados son presentados en este estudio. Se muestra el problema de etnomodelación relacionado con la agricultura y la agroecología, que está referido a la plantación de tomates, que es toda una tradición familiar de más de 70 años y el sustento de muchas familias en la Región del Maule.

Figura 1. Tarea de etnomodelación sobre plantaciones de tomate en Creole y español

Sitiyasyon 1: koman sove diferan varyete tradisyon de tomat nan San Clemente

Nan sekte froy del Llano de San Clemente plizyè kilivativè te sove pwodiksyon tomat ki gen gou tradisyonèl yo. Anpil moun ki gen fami kilè moutre yo kilivè anpil bagay plis pase 70 ane. Yo te konvenki ke gen moun ki ta peye yon ti kraz plis paske yo pa gen anyen pou wè ak sa yap vann nan makèt (round, po di e san okenn gou). Atravè Konfederasyon nasyonal peyizàn ak travayè yo Agro Chill, byen bonè nan ane 2015, yo te deside komanse style sekou sa nan tradisyon tomat la nan Rejyon Maule a. sa ki epotan se ke pwodiktyè yo nan San Clemente pa t'èvi ak pwodwi chimik pou kontwole ensèk nutilzib e mwens atifisyèlman pou ogmante pwodiksyon yo a. Manifeste ke "pwodwi yo lé i sèvi avèk teknik agroekolojik la, sa lakòz yon pwodwi benefisyè ki lib pou sante moun ki konsome epi tou plis dirab pase konvansyonèl nan tan agrikilti a."

Ann wè kouman pou reyalye yon plantasyon: yon pepinyè 2 a 2.5 gram met kare (700 a 900 plant), sa ki vle di 1/4 kg. pa hectare. An plis distans plantasyon pou tomat lan nan yon espas lib es. jeneralman, de 1.5 metros ant fil e 0.4 metros sou fil.

- considere yon teren de 300 m long pa 120m laje, z'vek konbyen lily pou sèvi ak yon jaden nèt? Sèvi ak Geogebra pou desine yon plantasyon tomat.
- jwenn yon modèl matematik ki defini kantite lily nan yon jaden. Justifye e eksplike yon estrateji ak metod sa ou te swiv nan rezolisyon.
- kapab jenerè yon modèl matematik ou ka rankontre pou diferan mezi nan teren? Si m pran egzanp ak diferan mezi si ou vle eksplike epotans jenerè yon modèl pa w.
- esplike kisa sa vle di nan yon pwodiksyon yo aplike agroekolojik e ki gen plis dirab pase agrikilti tradisyonèl.
- poze yon kesyon e yon ipozisyon pou komanse yon envestigasyon sou domaj ki kapab koze nan sèvi ak pwodwi chimik pou kontwole ensèk.



Situación 1: Al rescate de variedades de tomates de tradición en San Clemente

En la localidad Flor del Llano de San Clemente varios agricultores han rescatado la producción de tomates con el sabor tradicional, aquellos que sus familias les habían enseñado a cultivar hace más de 70 años. Estaban convencidos que la gente pagaría un poco más porque no tienen nada que ver con los que se venden en los supermercados (redondos, cáscara dura y sin sabor). A través de la Confederación Nacional Campesina y trabajadores de Agro Chile, a inicios del 2015, decidieron iniciar el rescate al más puro estilo de la tradición tomatera de la Región del Maule. Lo importante era que la productora de San Clemente no usaba productos químicos para controlar plagas y menos para hacer crecer artificialmente su producción. Manifiestan que "son producidos aplicando técnicas agroecológicas, lo que resulta en un producto libre beneficioso para la salud de quienes lo consumen y al mismo tiempo más sustentables que la agricultura convencional".



Vemos cómo realizan las plantaciones: En el almácigo se siembran 2 a 2,5 grs. por metro cuadrado (700 a 900 plantas). Lo que significa alrededor de 1/4 kg. por hectárea. Además la distancia de plantación para el tomate al aire libre es, generalmente, de 1.5 m entre hileras y 0.4 m. sobre la hilera.

- Considerando un terreno de 300m de largo por 120m de ancho, ¿con cuántas hileras utilizarías el terreno por completo? Utiliza Geogebra para diseñar la plantación de tomates.
- Encuentre un modelo matemático que determine la cantidad de hileras respecto al terreno. Justifica y explicita las estrategias y métodos que has seguido en la resolución.
- ¿Podrías generalizar el modelo que has encontrado para diferentes medidas de terrenos? Apóyate tomando ejemplos con diferentes medidas si lo estimas pertinente. Explica la importancia de generalizar tu modelo.
- Explica qué significa que en su producción les apliquen tecnologías agroecológicas y que sean más sustentables que la agricultura tradicional.
- Plantea una pregunta y una hipótesis para dar inicio a una investigación sobre los daños que podría causar el uso de productos químicos para controlar plagas.

Fuente. Informe FONIDE 1700070. Problema adaptado de Pino (2016).

3.3. MÉTODOS DE ANÁLISIS

Las categorías y subcategorías de análisis fueron diseñadas a priori considerando la literatura sobre habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas. El diseño se realizó en dos etapas, en la primera se consideró categorías a priori, las que fueron consolidadas en un segundo nivel, una vez se validaron los problemas y las habilidades respectivas mediante

criterio de expertos/as. Para los análisis de resultados y debido al tamaño muestral, se utilizó la prueba no paramétrica U de Mann-Whitney, con un nivel de significación del 5%. Para el análisis estadístico y de gráficos se utilizó el software no comercial R, de código fuente abierto. Se implementaron rutinas computacionales en R, que permitió analizar datos con la metodología de modelado propuesta. Aunque no es objetivo del estudio, los datos se presentarán por género, de tal manera de tener una perspectiva más clara en la caracterización de las habilidades y detectar así patrones de comportamiento, tanto en hombres como en mujeres. En la tabla 1 se presenta el plan de análisis utilizado para el diseño de las bases de datos en el programa estadístico R, que fue base para la presentación y discusión de resultados.

Tabla 1. Dimensiones, categorías y subcategorías para el análisis de datos

Dimensión	Categorías	Subcategorías
Habilidades matemáticas	Modelar	-Simplificación del problema -Matematizar -Interpretación de la solución - Verificar y validar -Análisis y proyección del modelo -Comunicar y argumentar
	Representar	-Producciones discursivas - Producciones no discursivas -Sistemas de representación -coordinación de registros -Lenguaje matemático
	Argumentar y comunicar	-Argumentación de los procesos y métodos -Explicitación de resultados -Articular y justificar sus propias ideas matemáticas -Someter a prueba procesos y estrategias
Habilidades científicas	Iniciar Procesos investigativos	-Exploración -Formulación de preguntas -Formulación de hipótesis -Interpretar datos -Comunicación y argumentación
Habilidades tecnológicas	Seleccionar medios tecnológicos	- Selección de aplicaciones tecnológicas (Editor de gráfico, planilla de cálculo, power point, sonido)
	Utilizar medios tecnológicos	-Uso de aplicaciones tecnológicas (Edición de gráfico, bases de datos, planillas de cálculo, almacenar documentos)
	Comunicar a través de objetos tecnológicos	-Comunicar información (uso de ppt., power point)

Fuente. Elaboración propia, basado en Informe FONIDE 1700070.

4. RESULTADOS

Se presentan los resultados de las tareas de modelado que permitió caracterizar las habilidades matemáticas, científicas y tecnológicas y así generar instancias de regulación que les permita utilizar la matemática en contextos de su ámbito laboral. En la Tabla 2 se presentan los porcentajes de logro de las habilidades matemáticas y científicas. Las habilidades tecnológicas no pudieron ser evaluadas debido a la nula variabilidad de los datos, puesto que el alumnado no sabía usar ningún tipo de software para graficar, ni bases de datos, lo que no permitió que ellos pudiesen comunicar sus resultados usando objetos tecnológicos.

Tabla 2. Porcentajes de logro, de los estudiantes haitianos para cada una de las habilidades matemáticas y científicas

Habilidad	Categoría	Subcategoría	Mas.	Fem.	Dif	P	
Matemática			29,6	18,9	10,7	0,123	
	Modelar		22,3	12,0	10,3	0,075	
			Simplificación del problema real	48,1	35,4	12,7	0,144
			Matematización	36,1	25,0	11,1	0,070
			Interpretación de resultados matemáticos	11,1	0,0	11,1	0,124
			Verificar y validar	5,6	0,0	5,6	0,325
			Análisis y proyección del modelo	6,5	2,1	4,4	0,267
			Comunica y argumenta	26,4	9,4	17,0	0,046*
		Representar		45,5	29,7	15,8	0,121
			Producciones discursivas	45,8	25,0	20,8	0,073
			Producciones no discursivas	38,9	25,0	13,9	0,198
			Sistema de representación	50,0	37,5	12,5	0,134
			Coordinación de registros	47,2	31,3	16,0	0,117
		Argumentar y comunicar		21,1	15,0	6,1	0,283
			Lenguaje matemático	33,3	25,0	8,3	0,420
			Argumentación de los procesos y métodos	33,3	25,0	8,3	0,420
			Explicación de resultados	8,3	6,3	2,1	0,773
			Articular y justificar sus propias ideas matemáticas	8,3	6,3	2,1	0,773
			Someter a prueba procesos y estrategias	22,2	12,5	9,7	0,140
Científica	Inicia procesos de investigación		30,1	18,8	11,3	0,232	
		Formula preguntas de investigación	27,8	18,8	9,0	0,462	
		Formula hipótesis de investigación	33,3	18,8	14,6	0,200	
		Comunica y argumenta científicamente	29,2	18,8	10,4	0,298	

Fuente. Elaboración propia.

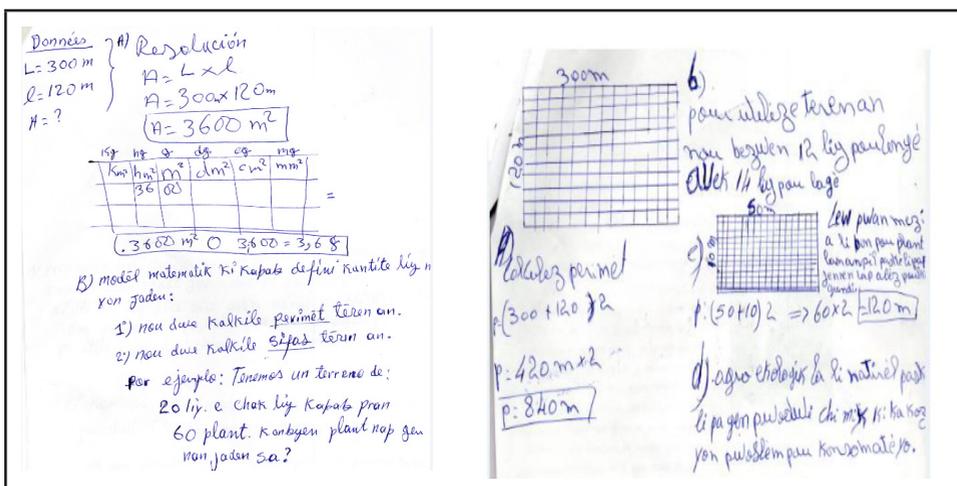
4.1. DIMENSIÓN 1. HABILIDADES MATEMÁTICAS

Sobre la habilidad de modelar en la simplificación del problema y en los procesos de matematización, tanto hombres (48.1% y 36.1%) como mujeres (35.4% y 25%) obtienen los mayores logros y no presentan diferencias significativas entre ambos géneros. Aunque los porcentajes en promedio no superan el 50%, pues es primera vez que se involucran en procesos de etnomodelación, colocando a prueba sus intuiciones, sus representaciones en vista a la entrada al proceso de matematización (Figura 2).

En los procesos de verificación y validación, los porcentajes están dentro de los más bajos respecto del proceso de modelado, ya que tanto los hombres (5.6%) como las mujeres (0.0%) no superan el 6%. En el caso de este indicador no hay diferencias significativas entre hombres y mujeres.

Presentamos en la Figura 2, la producción de dos estudiantes representativos del grupo, explicando en su idioma los procesos y estrategias que lleva a cabo en el proceso de etnomodelado.

Figura 2. Extracto de la producción del alumno/a 7 y 13 en la simplificación y matematización del problema



En la Figura 2 se puede observar que, en la simplificación del problema organizan los datos y explicitan la fórmula que necesita para encontrar las dimensiones del terreno (entrada al mundo matemático). Se observa la comunicación de sus procesos explicitando lo que necesitan calcular: el perímetro y el área. El alumno/a 7 explicita la fórmula y realiza cambio de unidades, ya que los datos se entregaron en metros cuadrados, en metros y en hectáreas. Para el cambio de unidades utiliza sistemas de representación, mediante una tabla de valores quedándose con el modelo más simple respecto del terreno donde se colocaban las plantas de tomate. Es interesante lo que realiza el alumno/a 13 distribuyendo el terreno en cuadrículas, lo que le permite organizar las plantaciones de tomates y posterior a esto

realiza los cálculos. Sin embargo, a pesar de que realizan una serie de argumentos que le llevan a tomar decisiones respecto del problema real, no explicitan el modelo general, lo que dificulta el análisis y proyección del modelo matemático. Respecto de este indicador, se observa en la tabla 2 que los promedios tanto de los hombres (6.5%) como las mujeres (2.1%) no superan el 7%, presentando dificultades para detectar debilidades y fortalezas del modelo. Tampoco se observan diferencias significativas entre hombres y mujeres, pues ambos mantienen un mismo patrón sobre dificultades y obstáculos en la formulación y generalización del modelo.

Lo anterior es consistente con la habilidad de representar que es donde se obtienen los mayores logros puesto que tanto hombres (45.4%) como mujeres (29.7%) en promedio superan el 29% en cada uno de los indicadores. El indicador mejor logrado en esta categoría corresponde a los sistemas de representación, donde los hombres (50%) y mujeres (37.5%) superan el 30%.

En cuanto a la habilidad de comunicar y argumentar, los más altos resultados se presentan en lenguaje matemático y en la argumentación de sus procesos y métodos, alcanzando en promedio los hombres un 33.25% y las mujeres un 25.0%, en ambos indicadores. Los más bajos porcentajes se presentan en explicitación de resultados, donde deben justificar usando definiciones, propiedades y teoremas aplicables, y justificar sus propias ideas matemáticas, alcanzando los hombres un 8.3% y las mujeres un 6.3%. En ninguno de los indicadores de esta categoría hay diferencias significativas entre ambos géneros.

En resumen, se observa en la tabla 2 que los resultados alcanzados en las habilidades matemáticas, en general, tanto hombres (29.6%) como mujeres (18.9%) no superan el 30%, y esto es debido principalmente a los bajos porcentajes promedios obtenidos en la verificación y la validación, donde no justifican la validez del modelo, no realizan un análisis para ver si satisface las condiciones iniciales, ni proyectan nuevos datos del dominio. En ninguna de las categorías hay diferencias significativas entre ambos géneros, a excepción de un indicador particular, dentro del ciclo de modelamiento matemático, que corresponde a la comunicación y argumentación. En este indicador los hombres (26.4%) presentan diferencias significativas respecto de las mujeres (9.4%), superando en 17 puntos porcentuales ($p < 0.05$).

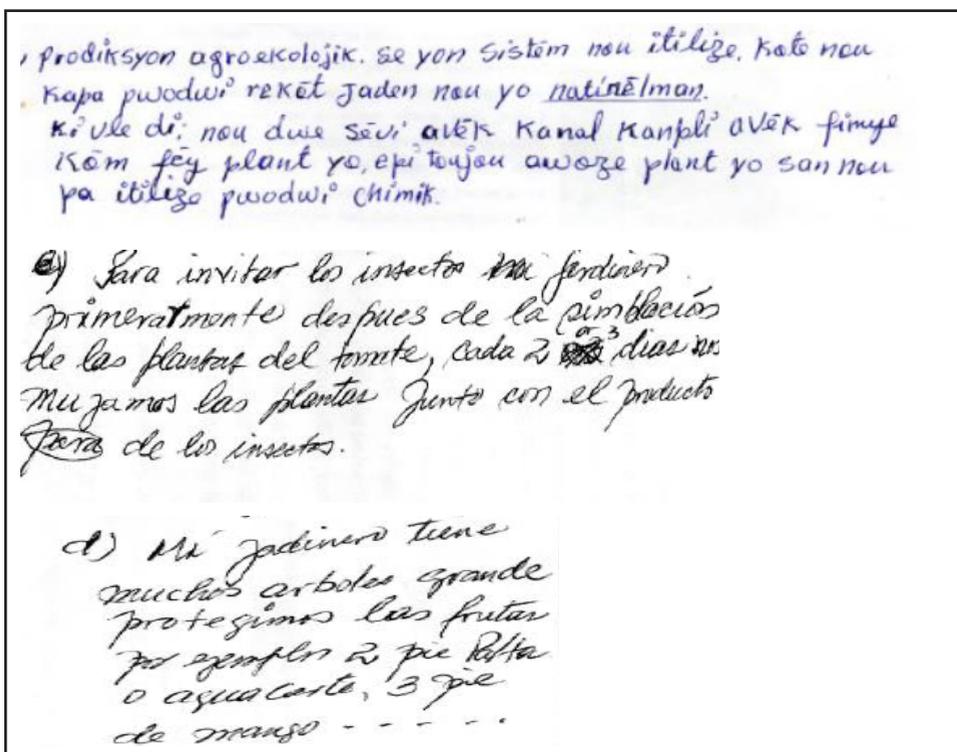
4.2. DIMENSIÓN 2. HABILIDADES CIENTÍFICAS

Respecto de las habilidades científicas, donde debían comunicar y argumentar la importancia que tiene en la producción de tomates la aplicación de tecnologías agroecológicas y luego proponer una pregunta de investigación, una hipótesis y fundamentarla, podemos observar en la tabla 2 que los porcentajes de logro, en promedio, para los hombres alcanzan el 31.1% y en las mujeres el 18.8%. Las mayores dificultades se encuentran, para el caso de los hombres, en formular una pregunta de investigación y en las mujeres son similares en todos los indicadores (18.8%). Aunque los porcentajes de logro no son elevados, es importante reconocer cómo se expresan en los argumentos que presentan respecto de la aplicación de tecnologías agroecológicas, comparando con los productos que ellos tienen en su país.

En la Figura 3, se muestra el extracto de dos alumnos/as, donde se puede apreciar la relación que establecen con su producción lo que es de importancia, ya que ellos/as hacen comparaciones a partir de su propia realidad. Un alumno comunica que la producción

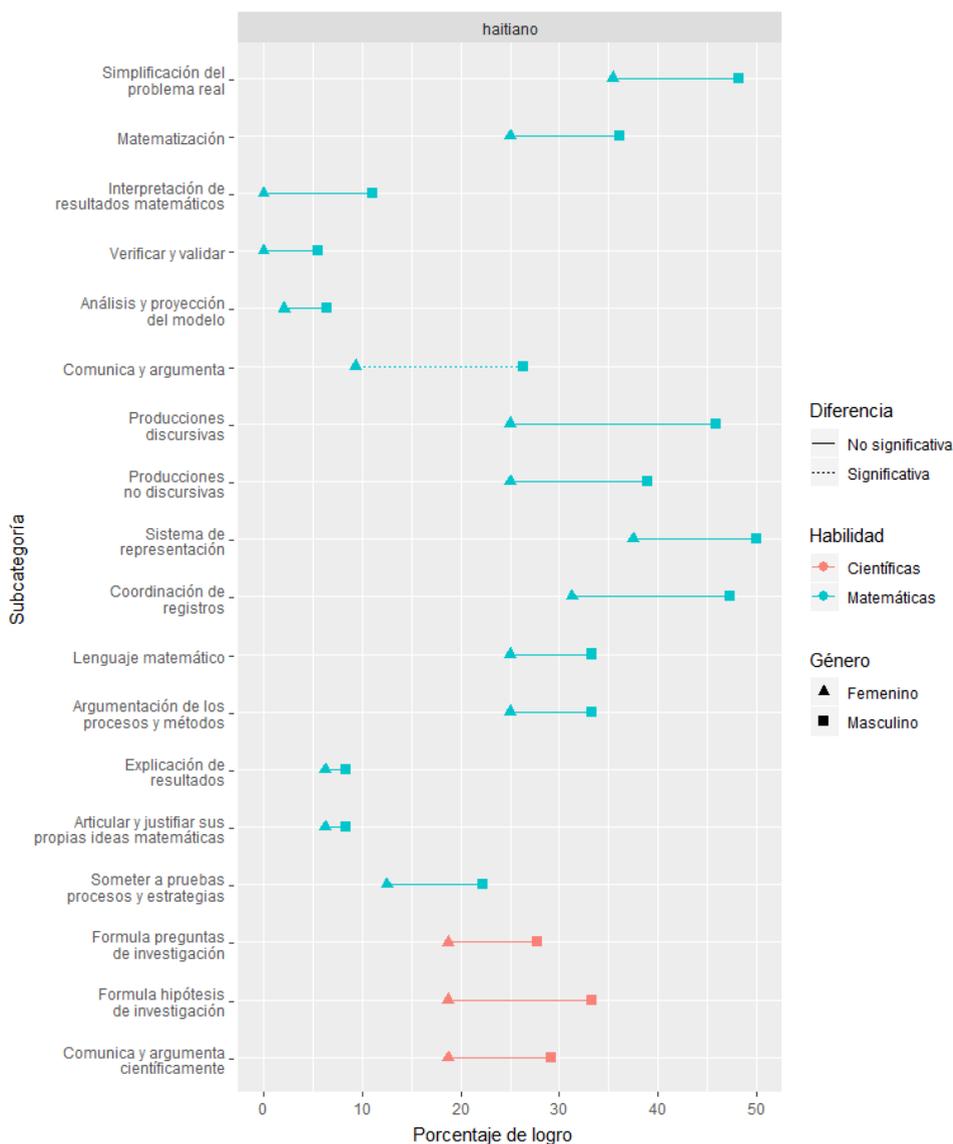
agrícola es un sistema que ellos utilizan donde obtienen cosecha y agrega que ellos riegan del canal, completan con fertilizantes y no utilizan productos químicos. Además, otro/a alumno/a, que contesta en español, explica como evitan los insectos del jardín, mojando las plantas de tomate y aplicando el producto y comenta la forma de proteger las frutas como el aguacate y el mango que son propios de su cultura.

Figura 3. Extracto de alumnos/as sobre la comunicación y argumentación sobre la producción agroecológica en creole y español



En la Figura 4 se presenta un diagrama que muestra los porcentajes de logro y la no existencia de brechas de género entre hombres y mujeres haitianos/as, a excepción de comunicar y argumentar dentro del ciclo de modelado. Las brechas de género, tanto para el género masculino (cuadrados) y femenino (triángulos), se ubican mediante el largo de cada línea horizontal entre las figuras y representa el valor de la brecha de género (línea punteada) en la correspondiente subcategoría donde se observa una sola de ellas.

Figura 4. Diagrama de las brechas de género para las habilidades matemáticas científicas y tecnológicas de alumnos/as haitianos



Fuente. Elaboración propia.

5. ANÁLISIS DEL PERFIL DE LOS/AS PARTICIPANTES DEL ESTUDIO

Se presenta un perfil individual de cada uno/a de los/as estudiantes de manera gráfica, con el objetivo de caracterizar las habilidades matemáticas y científicas. Se puede observar en la Figura 5 que en el caso de las mujeres haitianas solo una no presenta habilidades

matemáticas y científicas. Por otro lado, dos de ellas (ID=1 y ID=9) presentan todas las habilidades. Solo una mujer posee las tres habilidades matemáticas, pero no la científica. En el caso de los hombres haitianos, se observa en la Figura 6 que solo uno posee bajas habilidades matemáticas y científicas (ID=11), la gran mayoría presenta todas las habilidades, aunque las más descendidas son las habilidades correspondientes al ciclo de modelamiento, específicamente verificar y validar y comunicar y argumentar. Así también se observa que las habilidades científicas están descendidas.

En la Figura 5 y 6, se presenta un diagrama de estrellas para las habilidades matemáticas y científicas. Estas se presentan en el sentido de las agujas del reloj (modelar: 0:00), (representar: 3:00), (comunicar y argumentar: 6:00), (habilidades científicas: 9:00).

Figura 5. Diagrama de estrella para las habilidades matemáticas y científicas de las mujeres haitianas

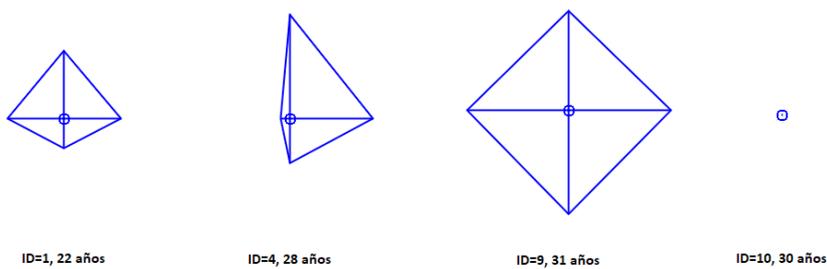
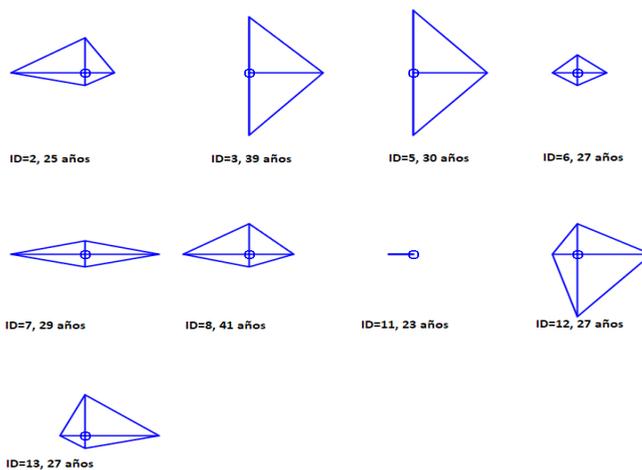


Figura 6. Diagrama de estrella para las habilidades matemáticas y científicas de los hombres haitianos



6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para responder al objetivo propuesto de caracterizar las habilidades STEM, se presentan las principales conclusiones y aportaciones proporcionadas por el diagnóstico implementado en el alumnado haitiano/a de un establecimiento de ciudad de Talca, donde se trabajó tareas de etnomodelación respetando su identidad en el hacer matemático, utilizando ambos lenguajes de acuerdo a su conveniencia para explicar, matematizar, argumentar y comunicar sus propias ideas a partir de su experiencia y en contextos cercanos a su realidad (Civil y Planas, 2010; Moschkovich, 2007). En efecto, los resultados evidencian la importancia del respeto por su identidad cultural mediante problemas cercanos a su entorno y respetando su lenguaje de origen. Coincidimos con Oliveras (1996, 2002, 2006) y Rosa & Orey (2010), puesto que ha permitido analizar cómo los/as estudiantes resuelven problemas que involucran procesos de modelado matemático, colocando a prueba sus intuiciones, concepciones y procedimientos propios, usando sus códigos, símbolos y sus formas específicas de razonar, que deben ser respetadas si queremos dar oportunidades en el aprendizaje de la matemática atendiendo a la diversidad multicultural. En particular la etnomodelación, debido a que los conceptos y procesos matemáticos se van construyendo de acuerdo con las necesidades sociales y culturales de las diferentes épocas y que no es posible separar los contextos en los cuales se actúa.

Asimismo, se reconoce la importancia de la experiencia para el desarrollo de habilidades STEM, porque integra las disciplinas y la etnomodelación, donde se muestra que el alumnado da significado a los conceptos y procesos en vista a la comprensión de los mismos (Blum & Niss, 1991; Gómez, 2007; Blomhoj, 2009; Aravena, 2016), siendo prometedor para romper con la atomización del currículo tradicional que impera, salvo excepciones, en el sistema educativo de diversos países (Oliveras, 1996; Aravena, 2016).

Sobre las habilidades matemáticas, que han desarrollado los/as estudiantes haitianos/as, hemos podido corroborar un patrón común en sus producciones, específicamente en el ciclo de modelado referido a la simplificación y matematización del problema, donde obtienen los mayores logros, lo que es consistente con las investigaciones de estudiantes chilenos/as y españoles/as (Gómez, 2007; Aravena, Camaño & Giménez, 2008; Aravena *et al.*, 2011), puesto que es lo que más se trabaja en el sistema escolar. Asimismo, los resultados muestran que en los procesos de verificación y validación del modelo es donde se presentan las mayores complicaciones, lo que sido revelado en diversas investigaciones (Blum & Borromeo, 2009, Aravena, Caamaño y Giménez, 2008; Sol, Giménez y Rosich, 2011; Aravena, 2016) puesto que, en general, el alumnado no acostumbra a validar y verificar sus resultados en el contexto del problema, por lo que se recomienda colocar especial atención a esta etapa, de tal manera de que el ellos/as sean consciente de la necesidad de calcular márgenes de error, validar con nuevos datos del dominio o realizar aproximaciones ajustando los datos de su modelo a los datos del problema real (Gómez, 2007). También se evidencian debilidades en la proyección y validación del modelo, pero este indicador del ciclo de modelado ha sido poco reportado en las investigaciones a nivel de la educación secundaria y primaria, siendo trabajada mayormente en la formación de ingenieros/as y profesores/as, donde el alumnado en general no da respuesta al problema real, más bien dan respuesta al problema matemático (Alsina, 1998; Gómez, 2007; Aravena, 2016). La comunicación y argumentación es otra de las debilidades que generalmente está descendida, como ocurrió en este grupo de alumnos/as, en especial porque es la que menos

se trabaja en el sistema escolar, con lo que se recomienda colocar especial atención (Alsina, 1998; Solar y Deulofeu, 2016) por la importancia que tiene en el aprendizaje matemático.

Con relación a la habilidad de representar, consideramos como una fortaleza en este grupo de alumnos/as, debido principalmente a las producciones discursivas, usando su lenguaje natural en sus explicaciones e intuiciones, van comunicando los procesos seguidos y sus estrategias y a la vez apoyándose en sistemas de representación como son esquemas, fórmulas, tablas de valores, expresiones verbales. Aunque se les hace difícil el tránsito por ellas, en vista a la búsqueda de la resolución del problema, Duval (1998) reporta que es trascendental en la actividad matemática, por la importancia que tiene observar los fenómenos desde diversas perspectivas para la comprensión de procesos y métodos matemáticos (Aravena, Caamaño y Giménez, 2008), por lo que requiere ser trabajada en forma sistemática en el sistema educativo. Lo anterior permite conjeturar que la utilización de su lengua o la conveniencia de utilizar la que más les acomoda, les ha sido beneficioso en el intento de la búsqueda de la solución del problema propuesto.

Sobre las habilidades científicas, aunque están muy escondidas, es importante señalar que han sido abordadas por el grupo de alumnos/as, presentando en lenguaje natural y no científico, diversas explicaciones que le llevan a establecer relaciones con los productos de su país, lo que es de importancia ya que ellos/as hacen comparaciones a partir de su propia realidad para la explicación del fenómeno en estudio. En el caso de formular una pregunta de investigación e hipótesis, para estudiar los daños que podría causar el uso de productos químicos en las plantaciones de tomate, ha sido muy difícil de abordar por el alumnado, lo que podría deberse a la fragmentación de las materias en los currículos de secundaria o a la falta de trabajo práctico que han tenido durante su formación (Murphy y Beggs, 2003; Speering y Rennie, 1996, citados en Vásquez y Mannasero, 2008).

Respecto de las habilidades tecnológicas, es importante señalar las dificultades obtenidas, en este grupo de alumnos/as, al no poder utilizar ningún medio, aparte del uso de la calculadora, para poder realizar simulaciones del fenómeno o utilizar planillas de cálculo, en vista a la presentación del modelo utilizando objetos tecnológicos. En el siglo XXI y en estudiantes adultos y migrantes, se hace necesario que desarrollen estas habilidades en vista a una mejor inserción en el mundo laboral (Aikenhead, 2003; Yakman & Lee, 2012; Cook y Bush, 2018) o para que ellos/as puedan desempeñar un papel significativo en los procesos de reconstrucción y recuperación de su país de origen (Mcauliffe y Ruhs, 2017; Van Hear, 2011).

Por último, es necesario resaltar, a partir de la experiencia con este grupo de estudiantes, los nuevos desafíos que debe asumir la escuela para atender a una población multicultural y muchas veces bilingüe, de tal manera de ayudarles a desarrollar habilidades para que ellos/as puedan insertarse en todos los ámbitos de la sociedad chilena. Para esto es necesario y beneficioso que el centro de la capacitación de los/as docentes en servicio, más aun, para aquellos/as que trabajan en aulas multiculturales, esté orientado en nuevos métodos de enseñanza, más activos y eficaces, apoyándoles en la formulación y reformulación de problemas tipo STEM y en contextos locales, utilizando para ello la etnomodelación como un método innovador para superar las desigualdades. Siguiendo a Araya (2016), manifiesta la necesidad de incorporar la resolución de problemas STEM, en todos los niveles educativos del país, por la potencialidad de esta metodología para desarrollar habilidades necesarias en el siglo XXI. Pero estos nuevos desafíos para atender a este segmento de la población no sólo deben ser abordados en las escuelas, sino que a partir

una discusión en todas las instancias académicas, políticas y sociales (Montecinos, 2004; Jiménez y Fardella, 2015; Stefoni, Stang & Riedemann, 2016), para así constituirse en una política pública multicultural para el país (Blanco, 2011).

También se evidencia, como propuestas de futuro, abordar o replicar este estudio en una muestra que sea extrapolable a una población mayor de migrantes y considerando la variable género, pues éste no permite establecer generalizaciones. Aunque los datos se han presentado por género, que no era objetivos del estudio, permite tener una panorámica que da luces respecto del desarrollo de las habilidades que manifiestan y necesitan potenciar. Por tanto, considerando que no existen diferencias de género respecto del desarrollo de habilidades, salvo indicadores puntuales, abordar un trabajo matemático basado en problemas en contextos auténticos, es un territorio prometedor para atender la multiculturalidad y la diversidad de género.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, J. (1998). A Language of Teaching Dilemmas: Unlocking the Complex Multilingual Mathematics Classroom. En: *For Learning Mathematics*, 18(1), 24-33.
- Aikenhead, G. S. (2003). STS Education: A Rose by Any Other Name. En R. Cross (Ed.), *A Vision for Science Education: Responding to the work of Peter J. Fensham* (pp. 59-75). New York: Routledge Falmer. Recuperado de <http://www.usask.ca/education/people/aikenhead/stsed.htm>.
- Alsina, C. (1998). Neither a microscope nor a telescope, just a mathscope. *Proceed. ICTMA-1997*.
- Aravena, M. (2016). *Modelización Matemática en Chile*. En Arrieta, J y Díaz L. (2016). *Investigaciones Latinoamericanas*, (pp. 195-233), Barcelona. Gedisa.
- Aravena, M., Caamaño, C., González, J., Cabezas, C. y Córdova, F. (2011). *Resolución de problemas en contextos de aplicación. Propuesta Metodológica en la Formación Inicial*. Talca: Tabor.
- Aravena, M. y Caamaño, C. (2009). Mathematical Models in the secondary Chilean education. In Blomhøj, M. & S. Carreira, (eds.) (2009). *Mathematical applications and modeling in the teaching and learning of mathematics*. Proceeding from topic study group 21 at the 11th International congress on Mathematical education in Monterrey, México, July 6-13, 2008. Imfufa, Roskilde University, Denmark: Authors.
- Aravena, M., Caamaño, C. & Giménez, J. (2008). Modelos matemáticos a través de proyectos. *Revista latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 11(1), 49-92.
- _____. (2007). Modelización Matemática con estudiantes de secundaria de la comuna de Talca, Chile. *Estudios Pedagógicos XXXIII*(2), 7-25.
- Araya, R. (2016). STEM y Modelamiento Matemático. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 11(15), 291-317.
- Balanskat, A., Blamire, R. & Kefala, S. (2006). The ICT impact report. *European Schoolnet*, 1, 1-71.
- Bartolomé, M., Cabrera, F., Espín, J. V., Marín, M. & Rodríguez, M. (1999). Diversidad y multiculturalidad. *Revista de investigación educativa*, 17(2), 277-320. Recuperado de [file:///D:/Downloads/109051-Texto%20del%20art%C3%ADculo-434501-1-10-20100610%20\(2\).PDF](file:///D:/Downloads/109051-Texto%20del%20art%C3%ADculo-434501-1-10-20100610%20(2).PDF)
- Barwell, R. (2018). From language as a resource to sources of meaning in multilingual mathematics classrooms. *The Journal of Mathematical Behavior*, 50, 155-168.
- _____. (2013). Formal and informal language in mathematics classroom interaction: A dialogic perspective. In *Proceedings of 37th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME)*, 2, 73-80.
- Barwell, R., Barton, B. & Setati, M. (2007). Multilingual issues in mathematics education: Introduction. *Educational Studies in Mathematics*, 64(2), 113-119.

- Bassanezi, R. & Biembengut, S. (1997). Modelación Matemática: Una antigua forma de investigación— un nuevo método de enseñanza. *NÚMEROS. Revista de didáctica de las matemáticas*, (32), 13-25.
- Bassanezzi, R. (2016). Modelaje matemático en el proceso de enseñanza aprendizaje. En J. Arrieta y L. Díaz (Eds.). *Investigaciones Latinoamericanas*, (pp. 235-254). Barcelona. Gedisa.
- _____. (2002). Modelagem matemática no Ensino-Aprendizagem. *São Paulo, Contexto*.
- Biembengut, M. S. (2016). Modelaje Matemático en la Educación Brasileña: Historia de las Ideas e Ideas de las Historias. En J. Arrieta y L. Díaz (Eds.). *Investigaciones Latinoamericanas*. (pp. 89-108), Barcelona. Gedisa.
- Bybee, R. W. (2013). The case for STEM education: Challenges and opportunities. Arlington, Virginia: National Science Teachers Association.
- _____. (2000). *Modelagem & etnomatemática: Pontos (in)comuns* [Modeling & ethnomathematics: (Un)common points]. In. Domite, M. C. (Ed.). Anais do Primeiro Congresso Brasileiro de Etnomatemática – CIBEM-1. São Paulo, SP, Brazil: FE-USP, 132 -141.
- Blanco H. (2011). La postura sociocultural de la educación matemática y sus implicaciones en la escuela. *Revista Educación y Pedagogía*, 23(59), enero-abril, 2011. Recuperado de http://www.etnomatemática.org/publica/articulos/Publicacion_mayo_2011.pdf
- _____. (2008). Entrevista al professor Ubiratan D'Ambrosio. *Revista latinoamericana de Etnomatemática*, 1(1).
- Blomhøj, M. (2009). Different Perspectives in Research on Teaching and Learning Mathematical Modelling. Categorizing the TSG21 Papers. In Blomhøj, M. & S. Carreira, (eds.) (2009). *Mathematical applications and modeling in the teaching and learning of mathematics*. Proceeding from topic study group 21 at the 11th International congress on Mathematical education in Monterrey, México, July 6-13, 2008. Imfufa, Roskilde University, Denmark: Authors.
- Blum, W. & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt?. *Journal of mathematical modelling and application*, 1(1), 45-58.
- Blum, W. & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects — State, trends and issues in mathematics instruction. *Educ Stud Math*, 22, 37–68.
- Borromeo, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. Recuperado de <http://subs.emis.de/journals/ZDM/zdm062a2.pdf>.
- Brown, R. & Redmond, T. (2007). Collective argumentation and modelling mathematics practices outside the classroom. *Mathematics: Essential research, essential practice*, 1, 163-171.
- Cook, K. y Bush, S. (2018). Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades. *School Science and Mathematics*, 118(3-4), 93–103.
- COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL) (2003). *Panorama social de América Latina, 2001-2002*. (LC/G.2183-P/E). Santiago de Chile: Naciones Unidas.
- Chronaki, A. & Planas, N. (2018). Language diversity in mathematics education research: a move from language as representation to politics of representation. *ZDM*, 50(6), 1101-1111.
- Czocher, J. (2016). Introducing Modeling Transition Diagrams as a Tool to Connect Mathematical Modeling to Mathematical Thinking. *Mathematical Thinking and Learning*, 18(2), 77-106.
- D'Ambrosio, U. (2008). Etnomatemática. Eslabón entre las tradiciones y la modernidad. México: Editorial Limusa.
- _____. (1993). Etnomatemática: um programa. *A Educacao matematica em Revista*, 1(1), 5-11.
- Duval, R. (2006). Un tema crucial en la educación matemática: La habilidad para cambiar el registro de representación. *La Gaceta de la RSME*, 9(1), 143-168.
- _____. (1998). Geometry from a cognitive point of view. En C. Mammana & V.Villani (Eds.), *Perspective on the Teaching of the Geometry for the 21st Century* (pp. 37-52). Dordrecht, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- EURIDYCE (2011). Informe REDIE. La Enseñanza de las Ciencias en Europa. Políticas Nacionales, prácticas e investigación.
- Equipping the Next Generation for Active Engagement in Science. Proyecto Engage (2014). Recuperado de <http://EngagingScience.eu>
- Fiszbein, A., C. Cosentino y B. Cumsille. (2016). El desafío del desarrollo de habilidades en América Latina: Un diagnóstico de los problemas y soluciones de política pública. Washington, DC: Diálogo Interamericano y Mathematica Policy Research. Recuperado de <file:///D:/Downloads/SkillsDevChallengeSpanishversion.pdf>
- Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en Educación. (2019). *Informe Final FONIDE 1700070*. Atendiendo a la diversidad de género. Caracterización de las habilidades matemáticas/científicas/tecnológicas en establecimientos municipalizados mediante la intervención de futuros/as profesores/as en el contexto de sus prácticas tempranas y profesionales.
- Garreta, J. (2011). La atención a la diversidad cultural en Cataluña: exclusión, segregación e interculturalidad, *Revista de Educación*, (355), 213-233.
- Gil Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo Barrios, C., Valdés, P. & Vilches Peña, A. (2005). ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años. OREALC/UNESCO, Santiago de Chile. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/2784/1/como_promover_interes_cultura_cientifica.pdf
- Giménez, C. (2003). Pluralismo, multiculturalismo e interculturalidad. Propuestas de clarificación y apuntes educativos, *Revista de Investigación Aplicada y Experiencias Educativas*, (8), 9-26.
- Gómez, J. (2007). *La matemática reflejo de la realidad. La modelización matemática como herramienta para la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas*. Federación Española de Profesores de Matemática (FESPM). Badajoz. España.
- González Weil, C., Martínez, M. T., Galaz, M. C., Cuevas, S. K. y Muñoz, C., L. (2009). La educación científica como apoyo a la movilidad social: desafíos en torno al rol del profesor secundario en la implementación de la indagación científica como enfoque pedagógico. *Estudios Pedagógicos XXXV*(1), 63-78.
- Harris, A. y De Bruin, L. (2018). Secondary school creativity, teacher practice and STEAM education: An international study. *J Educ Change*, 19, 153–179.
- Jiménez, F. & Fardella, C. (2015). Diversidad y rol de la escuela: discursos del profesorado en contextos educativos multiculturales en clave migratoria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 20(65), 419-441. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-66662015000200005&lng=es&tlng=es
- Gobierno de Chile- Agencia de la Calidad de la Educación (2016). “PISA 2015, Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes OCDE”. Recuperado de http://archivos.agenciaeducacion.cl/Resultados_PISA2015.pdf.
- Instituto Nacional de Estadística (INE) (2018). *Estimación de personas extranjeras residentes en Chile al 31 de diciembre de 2018*. Santiago de Chile. <https://www.extranjeria.gob.cl/media/2019/07/Estimación-Población-Extranjera-en-Chile.pdf>
- Kauertz, A., Newmann, K. & Hearting, H. (2012) Competence in science education. En Fraser, et. al (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (711-721). London: Springer.
- Kivunja, C. (2015). Teaching students to learn and to work well with 21st century skills: Unpacking the career and life skills domain of the new learning paradigm. *International Journal of Higher Education*, 4(1), 1-11.
- Khisty, L. L. (1995). Making inequality: Issues of language and meanings in mathematics teaching with Hispanic students. *New directions for equity in mathematics education*, 279-297.
- Khisty, L. L., McLeod, D. & Bertilson, K. (1990). Speaking mathematically in bilingual classrooms: An exploratory study of teacher discourse. In *Proceedings of the fourteenth international conference for the psychology of mathematics education* (Vol. 3, pp. 105-12). Mexico City: CONACYT.

- Lodhi, A., Sala, N. R. & Riveros, B. C. (2019). Estudio de las interacciones de alumnado bilingüe paquistaní en la resolución de problemas matemáticos en el aula de secundaria. *Journal of Research in Mathematics Education*, 8(1), 76-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.17583/redimat.2019.2380>
- Lodhi, A. (2015). *El aprendizaje de las matemáticas de estudiantes paquistaníes en Cataluña*. Tesis doctoral. Universidad de Barcelona.
- López Herrera, Y. y Victoria Ochoa, D. A. (2015). La enseñanza de las matemáticas en un contexto multicultural hacia un currículum intercultural. *Revista de Investigaciones UCM*, 15(26), 44-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.22383/ri.v15i2.43>.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *ZDM*, 38, 113-142. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/0303/d30d25016a810887169b23259d7aa83683d1.pdf>
- Macedo, B. (2006). Habilidades para la vida: contribución desde la educación científica en el marco de la Década de la educación para el desarrollo sostenible. *revista educación*, 119, 2-7.
- McAuliffe, M. & Ruhs, M. (2017). *World Migration Report 2018*. Geneva: *International Organization for Migration*.
- Martínez, H. (2009). «La integración de las tecnologías de la información y comunicación en instituciones educativas», en R. Carneiro, J. C. Toscano y T. Díaz (coords.), *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*. Madrid: OEI.
- Martínez, M. V. & Pedemonte, B. (2014). Relationship between inductive arithmetic argumentation and deductive algebraic proof. *Educational studies in mathematics*, 86(1), 125-149.
- Millar, R. y Osborne, J. (eds.) (1998). *Beyond 2000. Science education for the future*. Londres: King's College.
- Milgram, D. (2011). How to recruit women and girls to the science, technology, engineering, and math (STEM) classroom. *Technology and Engineering Teacher*, 71(3), 4-8.
- Ministerio de Educación - MINEDUC. (2013). *Matriz de Habilidades TIC para el Aprendizaje*. Santiago de Chile: *Ministerio de Educación*.
- Montecinos, Carmen (2011). Propuestas para una educación que es multicultural. En G. Williamson, y C. Montecinos, *Educación multicultural. Práctica de la equidad y diversidad para un mundo que demanda esperanza*. Talca: Ediciones Universidad de la Frontera, 15-42.
- _____. (2004). Analizando la política de educación intercultural bilingüe en Chile desde la educación multicultural. *Cuadernos Interculturales*, 2(3), 35-44.
- Moschkovich, J. (2007). Using two languages when learning mathematics. *Educational studies in Mathematics*, 64(2), 121-144.
- _____. (2002). A situated and sociocultural perspective on bilingual mathematics learners. *Mathematical Thinking and Learning*, 4(2-3), 189-212.
- _____. (1999). Supporting the participation of English language learners in mathematical discussions. *For the Learning of Mathematics*, 19, 11-19.
- Niss, M. (2011). The Danish KOM project and possible consequences for teacher education. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*. Año 6. Número 9. pp 13-24. Costa Rica.
- OEI (2008). *Metas Educativas 2021: la educación que queremos para la generación de los Bicentenarios*. Madrid: OEI.
- OEI (1999). *DECLARACIÓN SOBRE LA CIENCIA Y EL SABER CIENTÍFICO*. Conferencia mundial sobre la ciencia. 1 de Julio de 1999. Recuperado de http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- OIM (2011). *Perfil migratorio de Chile*, Organización Internacional para las Migraciones. Recuperado de <http://incami.cl/wp-content/uploads/2013/05/LIBRO-OIM-PERFILMIGRATORIODECHILE-2011.pdf>
- Oliveras, M. L. y Blanco-Álvarez, H. (2016). Integración de las etnomatemáticas en el aula de matemáticas: posibilidades y limitaciones. *BOLEMA: Boletim de Educação Matemática*, 30(55), 455-480.

- Oliveras, M. L. y Gavarrete, M. E. (2012). Modelo de aplicación de etnomatemáticas en la formación de profesores para contextos indígenas en Costa Rica. *Revista Latinoamericana de Matemática Educativa*, 15(3), 339-372.
- Oliveras, M. L. (2006). Etnomatemáticas de la multiculturalidad al mestizaje. En J. Goñi (Eds.) *Matemáticas e interculturalidad* (pp. 117-149). Barcelona, España: Grao
- _____. (1996). Etnomatemáticas. Formación de profesores e innovación curricular. Granada: Comares.
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) (2010). 2021 Metas educativas. La educación que queremos para la generación de los Bicentenarios. Madrid España. Recuperado de www.oei.org.es
- Orey, D. C. & Rosa, M. (2018). Developing a mathematical modelling course in a virtual learning environment. *ZDM*, 50(1-2), 173-185.
- _____. (2007). Cultural assertions and challenges towards pedagogical action of an ethnomathematics program. *For the Learning of Mathematics*, 27(1), 10-16.
- _____. (2003). Vinho e queijo: Etnomatemática e modelagem! [Wine and cheese: Ethnomathematics and modeling!] *BOLEMA*, 16(20), 1-16.
- Orey, D. C. (2000). The ethnomathematics of the Sioux tipi and cone. In H. Selin (Ed.), *Mathematics across culture: the History of non-Western mathematics* (pp. 239-252). Dordrecht, Netherlands: Kulwer Academic Publishers.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International journal of science education*, 25(9), 1049-1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>.
- Parvanehnezhad, Z. & Clarkson, P. (2008). Iranian bilingual students reported use of language switching when doing mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 20(1), 52-81.
- Pino, T. (2016, 23 de diciembre). *Margarita Contreras, la campesina que inició el rescate del tomate rosado en el Maule*. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP) Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile [Comunicado de prensa]. <http://www.indap.gob.cl/noticias/detalle/2016/12/23/margarita-contreras-la-campesina-que-inici%C3%B3-el-rescate-del-tomate-rosado-en-el-maule>
- Planas, N. (2014). One speaker, two languages: Learning opportunities in the mathematics classroom. *Educ Stud Math* 87, 51–66. <https://sibib2.ucm.cl:2162/10.1007/s10649-014-9553-3>
- _____. (2007). The discursive construction of learning in a multiethnic school: Perspectives from non-immigrant students. *Intercultural Education*, 18(1), 1–14.
- Planas, N. & Civil, M. (2013). Language-as-resource and language-as-political: tensions in the bilingual mathematics classroom. *Math Ed Res J* 25, 361–378 (2013). <https://sibib2.ucm.cl:2162/10.1007/s13394-013-0075-6>
- _____. (2010). El aprendizaje matemático de alumnos bilingües en Barcelona y Tucson. *Quadrante—Revista Teórica e de Investigação*, 29(1), 5-28.
- _____. (2009). Working with mathematics teachers and immigrant students: An empowerment perspective. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 12(6), 391–409.
- _____. (2008). Voices on non-immigrant students in the multiethnic mathematics classroom. En O. Figueras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano & A. Sepúlveda (Eds.), *Proceedings of the 32nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, vol. 4 (pp. 121–127). Morelia, México: PME.
- Planas, N. & Setati, M. (2009). Bilingual students using their languages in the learning of mathematics. *Mathematics Education Research Journal*, 20(1), 36–59.
- Poblete, R. (2018). El trabajo con la diversidad desde el currículo en escuelas con presencia de niños y niñas migrantes: estudio de casos en escuelas de Santiago de Chile. *Perfiles Educativos*, XL(159), 51-65. IISUE-UNAM.
- Rasmussen, C., Stephan, M. & Allen, K. (2004). Classroom mathematical practices and gesturing. *The Journal of Mathematical Behavior*, 23(3), 301-323.

- Ritz, J. M. & Fan, S. C. (2015). STEM and technology education: International state-of-the-art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 429-451.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H. & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44.
- Rodríguez, M. (2011). La matemática y su relación con las ciencias como recurso pedagógico. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 77, 35-49
- Rodríguez Sánchez, I. (2015). Preview-view-review en la enseñanza de las matemáticas en segunda lengua: análisis de su aplicación a estudiantes de transición de un colegio privado de Bogotá. *Voces y silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 6(2), 66-100.
- Rojas Pedemonte, Nicolás, Amode, Nassila & Vásquez Rencoret, Jorge. (2015). Racismo y matrices de “inclusión” de la migración haitiana en Chile: elementos conceptuales y contextuales para la discusión. *Polis* (Santiago), 14(42), 217-245. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-65682015000300011>
- Rosa, M. & Orey, D. C. (2011). Ethnomodeling: a pedagogical action for uncovering ethnomathematical practices. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(3), 58-67.
- _____. (2010). Ethnomodeling as a pedagogical tool for the ethnomathematics program. *Revista Latinoamericana de Etnomatemática*, 3(2), 14- 23. <https://www.redalyc.org/pdf/2740/274019443002.pdf>
- Rosa, M. (2000). *From reality to mathematical modeling: A Proposal for using ethnomathematical knowledge*. Unpublished master thesis. College of Education. Department of Teacher Education. California State University, Sacramento.
- Sánchez, J. M. (1994). Adquisición de una segunda lengua. In *Problemas y métodos en la enseñanza del español como lengua extranjera: actas del IV Congreso Internacional de ASELE (Asociación para la Enseñanza del Español como Lengua Extranjera)* (pp. 21-60).
- Sánchez, J. L. (2015). Infancia y educación intercultural. *RELAdeI. Revista Latinoamericana de Educación Infantil*, 4(3), 13-18.
- Sol, M., Giménez, J. & Rosich, N. (2011). Trayectorias modelizadoras en la ESO. *Modelling in Science Education and Learning*, 4, 329-343.
- Solar, H. y Deulofeu, J. (2016). Condiciones para promover el desarrollo de la competencia de argumentación en el aula de matemáticas. *Bolema*, 30(56), 1092-1112.
- Sumonte, V., Sanhueza, S., Friz, M. & Morales, K. (2018). Inmersión lingüística de comunidades haitianas en Chile: Aportes para el desarrollo de un modelo comunicativo intercultural.
- Stefoni, C. (2018). Panorama de la migración internacional en América del Sur. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/43584>
- Stefoni, Carolina, Stang, Fernanda & Riedemann, Andrea. (2016). Educación e interculturalidad en Chile: Un marco para el análisis. *Estudios internacionales (Santiago)*, 48(185), 153-182. <https://dx.doi.org/10.5354/0719-3769.2016.44534>
- Toulmin, S. (2003). *The uses of argument*. Reino Unido, Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Van Hear, N. (2011). Forcing the issue: Migration crises and the uneasy dialogue between refugee research and policy. *Journal of Refugee Studies*, 25(1), 2-24.
- Vázquez, A. & Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 274-292.
- Villanueva, A. (s/f), Construcción del relato biográfico y proyecciones de vida. Versiones de la migración haitiana en Santiago de Chile. Clasco, Buenos Aires.

