



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS AVANZADOS
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA EDUCATIVA

**Inferencia Estadística Informal: Un estudio exploratorio
con estudiantes de bachillerato**

Tesis que presenta

Víctor Nozair García Ríos

Para obtener el Grado de

Maestro en Ciencias

especialidad en Matemática Educativa

Director de tesis:

Dr. Ernesto Sanchez Sanchez

México, Distrito Federal

Diciembre de 2012

Agradezco al CONACYT, por el apoyo económico brindado para realizar mis estudios de Maestría.

Beca 52765

Beca Mixta 290618

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial y muy sincero a mi asesor el Dr. Ernesto Sanchez por todos los conocimientos que aprendí de él, por darme la oportunidad de conocer otros lugares y culturas, por su tiempo, apoyo, consejos y dedicación para realizar el presente trabajo, pero sobre todo por ser un excelente ser humano.

A mis sinodales; José Guzmán y Silvia Mayen por sus consejos y el tiempo que dedicaron a revisar la tesis. Todas sus observaciones ayudaron a que la tesis mejorara.

A todos mis profesores por compartir sus conocimientos y con ello ayudarme a ser una persona con mayor educación y formación.

A todo el personal administrativo, en especial a: Adriana Parra y Norma Cruz por su excelente trato y amabilidad que tuvieron conmigo.

A todos mis compañeros del CINVESTAV por apoyo y compañía.

A mis padres porque siempre están dispuestos a ayudar y sacrificarse por mí. Todo lo que soy se lo debo a ellos.

A mi esposa Rocio porque siempre está cuando más la necesito, por su entera confianza, apoyo, cariño y compañía.

A mi hijo Gael por darle a mi vida inmensa felicidad.

A mi tío Oscar Hernández Garduño por animarme a realizar la Maestría y por haberme recibido en su casa como un hijo más (y vaya que era complicado) y enseñarme a vivir en la ciudad de México sin nunca esperar nada a cambio.

A mi Esposa Rocío Marín Gabriel

A mi hijo Gael García Marín

A quienes Amo

ÍNDICE

Índice	ix
Resumen	xiii
Abstract.....	xv
Presentación.....	xvii
1. Problemática.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos.....	5
1.4. Preguntas de investigación	6
2. Antecedentes	7
2.1. Caracterizaciones de la Inferencia Estadística informal (IEI) y el Razonamiento Inferencial Informal (RII).....	7
2.2. Investigaciones con estudiantes y profesores de nivel básico y medio básico.....	9
2.3. Investigaciones con estudiantes de nivel medio superior y superior.....	11
3. Marco conceptual	13
3.1. Razonamiento informal	14
3.2. Componentes de la Inferencia Estadística Informal (IEI).....	15
3.3. Modelo de desarrollo cognitivo SOLO	17
4. Metodología.....	19
4.1. Participantes	19
4.2. Cuestionario.....	19
4.2.1. Solución a problemas del cuestionario	21
4.2.1.1. Problema 1 parte A: Tratamiento “Gender Choice”	21
4.2.1.2. Problema 1 parte B	22
4.2.1.3. Problema 2 parte A: Terapia con Delfines	24

4.2.1.4. Problema 2 parte B.....	25
5. Análisis de los datos.....	27
5.1. Problema 1 parte A.....	27
5.1.1. Más allá de los datos	27
5.1.1.1. Va más allá de los datos	28
5.1.1.2. No va más allá de los datos	29
5.1.2. Datos como evidencia	30
5.1.2.1. Usan datos como evidencia	32
5.1.2.2. No usan datos como evidencia	34
5.1.3. Lenguaje probabilístico	36
5.1.3.1. Uso de lenguaje probabilístico	36
5.1.3.2. Uso de lenguaje determinista	37
5.1.4. Conocimientos.....	38
5.1.4.1. Conocimiento formal.....	39
5.1.4.2. Conocimiento informal	39
5.1.5. Modelo SOLO	41
5.1.5.1. Nivel Pre-estructural	44
5.1.5.2. Nivel Uni-estructural.....	44
5.1.5.3. Nivel Multi-estructural.....	46
5.1.5.4. Nivel Relacional.....	47
5.2. Problema 1 parte B.....	50
5.2.1. Más allá de los datos	50
5.2.1.1. Va más allá de los datos	50
5.2.1.2. No va más allá de los datos	51
5.2.2. Datos como evidencia	52
5.2.2.1. Usa datos como evidencia	52
5.2.2.2. No usa datos como evidencia.....	54

5.2.3. Lenguaje probabilístico	56
5.2.3.1. Uso de lenguaje probabilístico	56
5.2.3.2. Uso de lenguaje determinista.....	57
5.2.4. Conocimientos	57
5.2.5. Modelo SOLO	58
5.2.5.1. Nivel Pre-estructural.....	61
5.2.5.2. Nivel Uni-estructural	63
5.2.5.3. Nivel Multi-estructural	64
5.2.5.4. Nivel Relacional	65
5.3. Problema 2 parte A.....	66
5.3.1. Más allá de los datos.....	66
5.3.1.1. Va más allá de los datos	67
5.3.1.2. No va más allá de los datos	67
5.3.2. Datos como evidencia.....	68
5.3.2.1. Usa datos como evidencia	69
5.3.2.2. No usa datos como evidencia	71
5.3.3. Lenguaje probabilístico	72
5.3.3.1. Uso de lenguaje probabilístico	73
5.3.3.2. Lenguaje determinista	73
5.3.4. Conocimientos	74
5.3.4.1. Conocimientos formales.....	74
5.3.4.2. Conocimientos informales.....	74
5.3.5. Modelo SOLO	75
5.3.5.1. Nivel Pre-estructural.....	77
5.3.5.2. Nivel Uni-estructural	78
5.3.5.3. Nivel Multi-estructural	79
5.3.5.4. Nivel Relacional	80

5.4. Problema 2 parte B.....	81
5.4.1. Más allá de los datos	81
5.4.1.1. Va más allá de los datos	82
5.4.1.2. No va más allá de los datos	82
5.4.2. Datos como evidencia	83
5.4.2.1. Usa datos como evidencia	84
5.4.2.2. No usa datos como evidencia	85
5.4.3. Lenguaje probabilístico	86
5.4.3.1. Uso de lenguaje determinista	86
5.4.4. Conocimientos.....	87
5.4.4.1. Conocimiento formal.....	87
5.4.4.2. Conocimiento informal	87
5.4.5. Modelo SOLO	88
5.4.5.1. Nivel Pre-estructural	90
5.4.5.2. Nivel Uni-estructural.....	91
5.4.5.3. Nivel Multi-estructural.....	92
5.4.5.4. Nivel Relacional.....	93
6. Resultados	95
6.1. Problemas 1A y 1B	95
6.1.1. Discusión.....	97
6.2. Problemas 2A y 2B	99
6.2.1. Discusión.....	101
7. Conclusiones	103
Referencias bibliográficas	105
Apéndice A: Cuestionario	109
Apéndice B: Transcripción de las respuestas	117

RESUMEN

El presente es un estudio sobre inferencia estadística informal llevado a cabo con 16 estudiantes de tercer semestre de bachillerato. Para explorar los niveles que sobre inferencia estadística informal podían alcanzar dichos estudiantes, se les aplicó un cuestionario con cuatro problemas que se refieren a pruebas de hipótesis sobre proporciones. Las respuestas se organizaron y analizaron con base en un marco conceptual formado por las siguientes cuatro categorías: a) *Conclusión más allá de los datos*, b) *Uso de los datos como evidencia*, c) *Uso de un lenguaje probabilístico que exprese incertidumbre en las conclusiones* y d) *Utilizar e integrar el conocimiento previo*. Con estas categorías como los aspectos relevantes de las soluciones a los problemas, se elaboraron niveles de una jerarquía SOLO para la inferencia estadística informal, con esta jerarquía se hizo una categorización de las respuestas. Como resultado, se observó que las respuestas de los estudiantes se basan más en sus creencias y en sus conocimientos personales acerca del contexto que en los datos del problema. Las expresiones de sus afirmaciones reflejan más un lenguaje deterministas que probabilista. Además la mayoría de las respuestas alcanzaron un nivel Uni-estructural, es decir, la mayoría de las respuestas sólo se refería a alguna de las categorías arriba mencionadas de manera adecuada. De lo anterior, se concluye que es necesario poner mayor atención en los cursos de estadística de bachillerato; al desarrollo de un pensamiento estadístico informal en lugar de enfatizar procedimientos formales de manera prematura.

ABSTRACT

This research studies Informal Statistical Inference with a class of 16 students (aged 16-17). In order to explore students' levels of informal inference, four hypothesis testing tasks were applied to the students. Responses were analyzed using four components; *a) Conclusion beyond the data, b) Use of data as evidence, c) Use of probabilistic language that expresses some uncertainty about the conclusion and d) Use prior knowledge.* With the hierarchical SOLO model, responses were categorized in four levels. Findings from the study illustrates that students use more knowledge and beliefs of the context rather than data. Moreover, their conclusions use more deterministic than probabilistic language. Most of the students were categorized Uni-structural because they only had one of the components mention above correctly. As consequence, it is necessary to emphasis on the development of informal statistical reasoning instead on formal statistical procedures and mathematical calculations.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo está dividido en siete Capítulos; en el Capítulo 1 se presenta la introducción del problema de investigación y su justificación, además, los objetivos y las preguntas de investigación. En el Capítulo 2, se muestran antecedentes sobre la inferencia informal, divididos en tres secciones: caracterizaciones, investigaciones con estudiantes y profesores de nivel básico y medio básico, y medio superior y superior. En el Capítulo 3 se presenta el marco conceptual mediante el cual se apoya la tesis para llevar a cabo la presente investigación, en el se muestra un panorama general de razonamiento informal, cómo se define IEI y RII, se explica las componentes esenciales que caracterizan la IEI y, por último, se explica el modelo de desarrollo cognitivo SOLO. Dentro del Capítulo 4, se explica la metodología de la investigación, la cual está dividida en dos secciones; en una se da información de los participantes y en la otra sobre el cuestionario aplicado para el acopio de datos. En el Capítulo 5, se presenta el análisis hecho sobre los datos recogidos, está dividido en cuatro grandes secciones; una sección por cada problema del cuestionario. Los resultados obtenidos del análisis de datos se presentan en el Capítulo 6, mientras que en el Capítulo 7 se muestran las conclusiones a las que se llegaron. Por último, se presentan las referencias bibliográficas y los apéndices.

1. PROBLEMÁTICA

1.1. Introducción

En las sociedades modernas, cada vez es más frecuente que las personas en sus actividades profesionales y en su vida diaria se vean en la necesidad de saber interpretar y comprender información sobre gran diversidad de temas (economía, política, negocios y finanzas, salud, demografía, deportes, etc.) y deben tomar decisiones involucrando conceptos matemáticos de carácter cuantitativo y probabilístico. Los medios de comunicación (periódicos, revistas, televisión e Internet) generalmente contienen información numérica, ya sea en forma de tablas, diagramas o gráficas. Todo ciudadano debe ser educado para leer y entender dicha información.

Garfield y Ben-Zvi (2008) consideran que el estudio de la estadística proporciona a las personas las herramientas y las ideas para enfrentarse inteligentemente a la información numérica que emerge del mundo cotidiano. Dentro de la estadística, la herramienta principal es la inferencia, pues es la que capacita para leer, entender e interpretar de manera objetiva las conclusiones derivadas de los análisis de datos. La inferencia estadística es una parte fundamental de la estadística y se define formalmente como la teoría, los métodos y la práctica de hacer juicios acerca de una población usualmente con base en la información que proporciona una muestra aleatoria.

Makar, Bakker y Ben-Zvi (2011, p. 154) señalan que “la habilidad con el manejo de datos disponibles para observar mas allá de ellos y hacer estimaciones acerca de un fenómeno desconocido es el corazón de la estadística”. Sin embargo, la amplia mayoría de cursos estadísticos escolares se enfocan al adiestramiento de los alumnos en cálculos, graficación y reglas mecánicas aisladas, carentes de significado, contextos y de los propósitos para los cuales fueron obtenidos los datos.

Moore (1998, citado en Garfield & Ben-Zvi, 2008, p.4) destaca tres características de la estadística presentes en cualquier inferencia: “La estadística es un método general intelectual que se aplica donde quiera que se presente variación, datos y azar. Es un método fundamental porque la variación, los datos y el azar están omnipresentes en la vida moderna”.

Desde hace relativamente poco tiempo, en los currículos escolares se señala de manera unánime la necesidad de conferir a la estadística y al cálculo de probabilidades mayor presencia en el currículo del que habían gozado en el pasado. En las exposiciones de las evaluaciones internacionales como PISA (OCDE, 2006) se afirma que una de las cuatro ideas clave en la competencia matemática es la incertidumbre, la cual es una componente de la estadística y de la probabilidad y como parte de aquella, de la inferencia. Sin embargo, en las escuelas las clases y las evaluaciones se enfocan simplemente en cálculos de medidas de tendencia central y dispersión, así como en la interpretación básica de graficas; esto es, en la estadística descriptiva.

Los métodos de la inferencia estadística son utilizados para obtener conclusiones¹ acerca de una población en particular; usando datos proporcionados por una muestra como base y evidencia de dichas conclusiones. Moore (2004) afirma que hacer una inferencia estadística significa ir más allá de los datos disponibles para obtener conclusiones acerca de un “universo más amplio”; al hacer una inferencia siempre se debe tener en cuenta que la variación está siempre presente, por lo que las inferencias son inciertas.

Los dos temas principales de la inferencia estadística son: prueba de hipótesis y estimación de parámetros, mientras que los dos tipos de preguntas de inferencia se refieren a las generalizaciones (encuestas) y a la comparación y causa (experimentos) (Ben-Zvi, 2006). En términos generales, una trata sobre la generalización de propiedades de una muestra a una población mayor, mientras que la otra tiene que ver con la determinación de la existencia o no de causas para explicar patrones en los datos.

De la literatura sobre inferencia estadística es fácil deducir que la estadística inferencial formal es un tema difícil de aprender, estudiantes e incluso profesores presentan errores conceptuales. Los informes sobre las dificultades en el estudio de la inferencia estadística formal en cursos de nivel bachillerato y universitario abundan en la literatura (por ejemplo, Garfield y Ben-Zvi, 2008; Vallecillos y Batanero, 1997; Harradine, Batanero y Rossman, 2011). Dichas dificultades, hasta cierto punto son normales, pues la inferencia estadística a lo largo de su historia ha tenido una problemática filosófica asociada y su metodología ha

¹En el presente trabajo las conclusiones son una parte dentro del proceso de hacer inferencias estadísticas.

generado controversias respecto a diferentes aproximaciones (test de significación de Fischer y los contrastes de hipótesis de Neyman y Pearson) (Batanero, 2000).

Un momento importante en la historia de la estadística ha sido el surgimiento del *Análisis Exploratorio de Datos* (AED) (Tukey, 1977). En el AED se considera que la metodología de intervalos de confianza y pruebas de hipótesis era limitada; en muchas ocasiones, como en las situaciones de guerra, no era posible recoger muestras aleatorias representativas de la población, sin embargo, se tenían que usar dichas muestras para hacer inferencias y tomar decisiones. En el AED se sostiene que los estadísticos pueden hacer mucho con los datos aunque sean parciales, sesgados y no representativos; pero también pueden hacer algo más con los datos, cuando si los son, que simplemente confirmar o desechar las teorías (hipótesis) formuladas previamente a la recolección de los datos. El planteamiento del AED es que los estadísticos jueguen un papel de detectives y analicen entre los datos, resultados interesantes e inesperados (Konold y Higgins, 2003, p. 194).

Esto ha motivado el interés por estudiar la Inferencia Estadística Informal (IEI), la cual se basa en un tipo de razonamiento que está a medio camino entre el análisis exploratorio de datos y la inferencia estadística formal. El uso de la palabra informal aquí sólo pretende destacar la amplia aplicación de razonamiento deductivo y abre la posibilidad de considerar la inferencia estadística fuera de los procedimientos formales. En adelante se utilizará IEI para denotar inferencia estadística informal.

Para dar a los estudiantes un sentido de lo que significa hacer una inferencia estadística sin técnicas formales, tales como las pruebas de hipótesis, los investigadores en los últimos años han trabajado sobre las formas de estudio y desarrollo de la IEI y muchos estudios ponen de relieve la importancia de las actividades de enseñanza informal para apoyar el desarrollo de un conocimiento formal (por ejemplo, Ben-Zvi, 2006; Papanastasiou, 2008; Makar, Bakker & Ben-Zvi, 2011).

El tema de interés de la presente tesis se enfocó en explorar el razonamiento empleado por estudiantes de bachillerato para realizar inferencias informales en problemas que se conocen formalmente como prueba de hipótesis de proporciones. Esto se llevó a cabo mediante un cuestionario. Al razonamiento que hay detrás de la inferencia informal se le denominará razonamiento inferencial informal (RII). En adelante se utilizará RII para denotar razonamiento inferencial informal.

Así, la problemática radica en la falta de conocimiento acerca de la naturaleza del RII de estudiantes de bachillerato al resolver problemas de inferencia estadística, ya que al poseer conocimiento del RII se puede continuar con el desarrollo de dicho razonamiento.

1.2. Justificación

Dada la importancia del razonamiento inferencial estadístico, y teniendo en cuenta las dificultades que la mayoría de la gente tiene con este tipo de razonamiento, parece necesario explorar nuevos enfoques pedagógicos para la enseñanza de este tema. Una posible causa de la dificultad de los estudiantes con el razonamiento inferencial formal es que carecen de experiencia con los sucesos estocásticos que forman los fundamentos de la inferencia estadística y de experiencias de razonamiento acerca de dichos sucesos (Pfannkuch, 2005). Recientemente, algunos investigadores han estado explorando la idea de que si los estudiantes comenzaran a desarrollar las ideas informales de la inferencia al comienzo de un curso o programa de estudios, podrían adquirir una mayor capacidad para razonar acerca de los métodos formales de la inferencia estadística (por ejemplo, Rossman, 2008). También se asume la hipótesis de que, si los estudiantes se familiarizan con el razonamiento sobre la inferencia de una manera informal, como formular conjeturas sobre lo que podría ser cierto en una población o poblaciones, a partir de muestras de datos, el método de hacer esto formalmente podría ser más accesible (Zieffler, Garfield, delMas & Reading, 2008).

Debido a que la inferencia integra muchas ideas importantes de la estadística, como la representación de datos, las medidas de tendencia central, la variación, la distribución normal, y el muestreo, entonces la introducción de principios de inferencia informal y la revisión del tema a través de un solo curso o currículo podría proporcionar a los estudiantes múltiples oportunidades para construir el marco conceptual necesario para apoyar el razonamiento deductivo. Otro aspecto importante es que el razonamiento inferencial es una herramienta potencial para la vida. Makar y Rubin (2009) afirman que el desarrollo de la IEI ayuda a los estudiantes a comprender de una manera profunda la finalidad y utilidad de los datos en su entorno.

La obtención de conclusiones, tomando como evidencia datos, abundan en los medios de comunicación. Hacer inferencias forma parte de las actividades de la vida diaria de cualquier persona. Aunque no tienen técnicas formales de inferencia a su disposición hacen

inferencias informales en su vida cotidiana o en el trabajo. El razonamiento inferencial informal (RII) se ha convertido en un tema central de investigación debido a la relevancia que supone tener la capacidad de obtener conclusiones con base en las evidencias que proporcionan los datos y tomando en cuenta la variación e incertidumbre. Makar, Bakker, y Ben-Zvi (2011) sostienen la idea de que utilizar los datos disponibles para hacer declaraciones sobre lo desconocido es la herramienta más poderosa en la estadística y que esta idea debe ser accesible a estudiantes a una edad más temprana.

Al parecer hay poca información sobre la naturaleza del razonamiento inferencial informal en estudiantes de bachillerato, y no se encontró ningún estudio relacionado con problemas sobre prueba de hipótesis de proporciones. Por estas razones, se cree pertinente trabajar con alumnos de bachillerato al hacer frente a problemas de hipótesis de proporciones. El trabajo de tesis consiste en explorar y evaluar las inferencias informales el razonamiento inferencial informal natural de los estudiantes al resolver problemas de inferencia estadística; el término natural se emplea para indicar que en el presente estudio no se planteó el propósito de influir en el razonamiento mediante instrucción alguna; el objetivo fue simplemente identificar y evaluar los elementos de RII que cada estudiante muestra al resolver una tarea específica.

1.3. Objetivos

Los objetivos del trabajo son:

- ⊙ Explorar los elementos que intervienen en el razonamiento inferencial informal natural de estudiantes de tercer semestre de bachillerato para hacer inferencia estadística informal al resolver problemas de prueba de hipótesis de proporciones y determinar en qué grado intervienen estos elementos en el razonamiento.
- ⊙ Determinar las dificultades y errores que se presentan en el razonamiento inferencial informal natural de estudiantes de tercer semestre de bachillerato para hacer inferencia estadística informal al resolver problemas de prueba de hipótesis de proporciones.
- ⊙ Evaluar las respuestas de los estudiantes y establecer una jerarquización del RII observado.

1.4. Preguntas de investigación

Para cumplir con los objetivos del estudio se contestaron las siguientes preguntas de investigación.

- ⊙ ¿Qué elementos interviene en el razonamiento del estudiante de bachillerato al hacer inferencias estadísticas sin los métodos y técnicas formales?
- ⊙ ¿Cuáles son las dificultades y errores que se presentan para hacer inferencias estadísticas informales de estudiantes de bachillerato?

2. ANTECEDENTES

La IEI y el RII son temas que han tomado mucha fuerza recientemente. Muchas investigaciones acerca de estos temas han surgido en los últimos años; sin embargo, ya desde hace varias décadas, los psicólogos y los investigadores en educación matemática han estudiado y documentado las dificultades que tienen los estudiantes para comprender los conceptos relacionados con la inferencia estadística formal. Se han señalado varias razones para estas dificultades como: la lógica de la inferencia estadística, intolerancia de los estudiantes a la ambigüedad, y su incapacidad para reconocer la estructura subyacente de un problema. Otras investigaciones han sugerido que los estudiantes tienen una comprensión incompleta de los conceptos fundamentales, como la distribución, la variación, el muestreo, y las distribuciones de muestreo (Garfield & Ben-Zvi, 2008).

Dada la importancia de la comprensión y el razonamiento sobre la inferencia estadística, y las dificultades que los estudiantes tienen con este tipo de razonamiento, se ha intentado exponer a los estudiantes a situaciones que les permitan utilizar métodos informales para hacer inferencias estadísticas. Por ejemplo, Rossman (2008) sugiere una introducción informal siguiendo los pasos siguientes: (a) Comenzar con una hipótesis acerca de los datos (b) Usar la simulación o cálculo de probabilidad elemental para concluir si los datos observados son o no poco probables si la hipótesis fuera cierta, y (c) decidir si rechazar o no la hipótesis inicial basado en los valores de la probabilidad calculada. Si la probabilidad es un valor pequeño, rechazar la hipótesis inicial en lugar de creer que un suceso raro ha ocurrido por casualidad. Este proceso de razonamiento es natural para los estudiantes, y de hecho sigue la concepción de Fisher de pruebas de significación.

2.1. Caracterizaciones de la Inferencia Estadística informal (IEI) y el Razonamiento Inferencial Informal (RII)

Varios trabajos publicados en los últimos años, describen la IEI y el RII. Sin embargo, todavía no está claro lo que significan estos dos términos exactamente. Se han presentado varias definiciones, por ejemplo, Rubin, Hammerman y Konold (2006) definen RII como el razonamiento que incluye ideas relacionadas con las propiedades de los agregados como señal y ruido; la señal son las causas constantes que se reflejan en las estadísticas como la media o la recta de ajuste; el “ruido” son las causas variables que se introducen dispersión en torno a

cualquier señal, los tipos de dispersión, tamaño de la muestra y el control de sesgo. Rossman (2008) ha descrito inferencia informal como ir más allá de los datos disponibles tratando de cuantificar o eliminar el azar como explicación de los datos observados, a través de un razonamiento que no emplea ningún método, técnica, o cálculo formal (intervalos de confianza, prueba de hipótesis, etc.).

Ben-Zvi (2006) compara el razonamiento inferencial con la argumentación, pues menciona que obtener conclusiones lógicas a partir de los datos (ya sea formal o informalmente) se acompaña de la necesidad de proporcionar argumentos convincentes basados en el análisis de datos. Hace hincapié en la necesidad de incluir datos que sirvan como base y evidencia para este tipo de razonamiento. Pfannkuch (2006) describe el término inferencia informal como “la obtención de conclusiones a partir de datos obtenidos principalmente en mirar, comparar y razonar a partir de las distribuciones de los datos”. Para Ben-Zvi, Gil y Apel (2007) el RII se refiere a las actividades cognitivas involucradas para obtener conclusiones o hacer predicciones acerca de una población de manera informal, por medio de patrones, representaciones, medidas estadísticas y modelos estadísticos de muestras aleatorias, y tomando en cuenta la fortaleza y las limitaciones de la muestra y la inferencia hecha.

En un intento de combinar estas perspectivas, Zieffler, Garfield, delMas, y Reading (2008) definen RII como “la forma en que los estudiantes usan sus conocimientos informales de estadística para crear argumentos basados en muestras observadas que sustenten las inferencias hechas sobre la población desconocida” (p.44). También crean un marco conceptual para caracterizar el RII y para sustentar el desarrollo de tareas que permitan examinar el RII natural de los estudiantes, así como el desarrollo de tal razonamiento.

Makar y Rubin (2009) consideran la IEI como una conclusión, la cual es una generalización probabilística (no determinista) de datos, y el razonamiento detrás de la creación de la conclusión es el RII. Identifican tres elementos que forman una inferencia estadística; una conclusión que va más allá de los datos (generalización), el uso de los datos como evidencia para apoyar esta generalización, y un lenguaje probabilístico (no determinista) que expresa cierta incertidumbre acerca de la generalización.

Las investigaciones contienen ejemplos de dos enfoques diferentes que los investigadores han utilizado para estudiar el RII. Uno se centra en la naturaleza de este

razonamiento o en los tipos de razonamiento para hacer inferencias al resolver problemas con información estadística dada. Uno de los objetivos de este tipo de estudios es examinar cómo los estudiantes razonan y hacen inferencias al resolver un problema particular, sin haber estudiado los métodos formales de la inferencia estadística. Un segundo enfoque es el estudio de la evolución del RII mientras los estudiantes toman un curso diseñado para desarrollar dicho razonamiento (por ejemplo, un curso o una unidad de enseñanza). El objetivo de este tipo de estudio es observar cómo la naturaleza del razonamiento inferencial de los estudiantes cambia mientras se les provee con recursos, herramientas y planes de estudio. El presente trabajo de tesis considera el primer enfoque donde se pretende examinar cómo los estudiantes razonan y hacen inferencias al resolver un problema particular, sin haber estudiado los métodos formales.

2.2. Investigaciones con estudiantes y profesores de nivel básico y medio básico

Ben-Zvi (2006) analiza y desarrolla el RII en estudiantes de quinto año de primaria, dentro de un ambiente de aprendizaje con tecnología (TinkerPlots). Encuentra que la mayoría de los estudiantes hacen inferencias y argumentos que tienen sentido para ellos. Una clara ventaja de la tecnología fue el uso del software como una herramienta argumentativa en la presentación de las ideas de los estudiantes en lugar de sólo una herramienta de representación. Una desventaja se debe a la visualización del software el cual hace énfasis en los puntos (que representan los datos), esto provoca que los estudiantes vean los datos aisladamente, obstaculizando el progreso a la visualización de los datos como conjunto.

Pfannkuch (2005) utilizó una tarea que pedía a estudiantes (de 15 años) comparar conjuntos de datos de temperaturas diarias de dos ciudades en Nueva Zelanda, y hacer algunas inferencias informales más allá de los datos de la muestra. Encontró que los estudiantes al hacer inferencias y justificarlas presentan muchas dificultades. La razón de tales deficiencias las atribuye a que el plan de estudios no proporciona experiencias de aprendizaje para la transición entre el pensamiento deductivo formal e informal.

Pfannkuch (2006) desarrolla un modelo del RII al observar a un profesor de secundaria que compara dos gráficas de caja, y aplica dicho modelo para analizar el RII de estudiantes (de 15 años). Con este modelo conjetura una jerarquía del razonamiento de los estudiantes al comparar gráficas de caja, y concluye que la mejora en el razonamiento puede depender de

una mayor conciencia de las múltiples visualizaciones cuando se razona con diagramas de caja, el desarrollo de la comunicación de maestros y estudiantes, y dar más oportunidades a los estudiantes de experimentar el comportamiento de muestreo.

Watson (2008) con una ligera modificación en el marco conceptual creado por Pfannkuch (2006) y un modelo de desarrollo cognitivo (SOLO) analiza el RII mediante las respuestas de estudiantes (12-13 años) a problemas de comparar dos muestras de datos con ayuda de la tecnología (TinkerPlots). Con cuatro sesiones dentro de un ambiente de aprendizaje con tecnología muestra una mejora en el RII de los estudiantes. También indica que la facilidad de crear representaciones con el uso de TinkerPlots puede contribuir al desarrollo de intuiciones acerca de lo que podría considerarse diferencia significativa.

Bakker y Derry (2011) con estudiantes de 6° año de primaria muestran cómo el énfasis en el razonamiento inferencial proporciona una mejor perspectiva de los conceptos estadísticos y argumentan que el uso del contexto desarrolla el razonamiento inferencial informal de los estudiantes. Además, proponen un enfoque inferencial para el desarrollo del RII y lo ilustran con ejemplos de clases de dos grupos de estudiantes.

Pfannkuch (2011) utiliza una clase de secundaria (14 años) para ilustrar los puntos clave sobre el papel del contexto en el desarrollo del razonamiento inferencial informal. Se demuestra que los estudiantes a veces se distraen por el contexto en el aprendizaje de los elementos abstractos de los conceptos estadísticos.

Langrall, Nisbet, Mooney y Jansem (2011) se concentran en las formas en las que la experiencia del contexto puede mejorar el razonamiento de los estudiantes. Su trabajo empírico se basa en el razonamiento de estudiantes de secundaria en los Estados Unidos, Australia y Tailandia. Sus resultados muestran que el conocimiento del contexto permite ir más allá de los datos disponibles, mostrar una tendencia a racionalizar los datos, es decir, generar razones por las cuales los datos son como son, y a reconocer que las conclusiones obtenidas con base en los datos pueden ser limitadas o que no son necesariamente las únicas posibles de obtener.

Makar, Bakker, y Ben-Zvi (2011) buscan entender los procesos de razonamiento que llevan a la inferencia informal y a identificar los elementos críticos que apoyan y nutren la capacidad del alumno para hacer inferencias estadísticas informales; desarrollan un marco que sugiere cinco aspectos clave del entorno de aprendizaje, que según ellos es crítico para el

desarrollo del razonamiento inferencial informal de los alumnos y concluyen que la IEI debe estar integrada en el RII, nutrido por el conocimiento estadístico, sobre el contexto del problema, las normas y hábitos útiles desarrollados con el tiempo, y con el apoyo de un entorno basado en la investigación. La investigación debe ser un proceso de generación de sentido, impulsado por las dudas y las creencias, dando lugar a inferencias y explicaciones. La muestra de su estudio son tres alumnos de sexto año de primaria dentro de un proyecto de dos años (grado 4-6) donde se les enseña conceptos estadísticos y el uso de un software (TinkerPlots).

Gil y Ben-Zvi (2011) analizan el papel de las explicaciones de los estudiantes para darle sentido a los datos y para aprender a razonar de manera informal sobre la inferencia estadística. Siguió de cerca las explicaciones de alumnos de 12 años, los cuales utilizan sus experiencias y conocimientos del contexto, herramientas estadísticas, y las ideas emergentes para apoyar su razonamiento inferencial informal. Estos autores proveen evidencia de que mientras se resuelve un problema estadístico, las explicaciones de los estudiantes a veces no están integrados en una sola información, ya sea estadística o contextual, sino más bien en una combinación de las dos. Y, además creen que las explicaciones deben ser tomadas con seriedad para desarrollar el RII.

2.3. Investigaciones con estudiantes de nivel medio superior y superior

Rubin et al. (2006) estudian el RII de profesores de secundaria y bachillerato y cómo la tecnología ayuda a desarrollar este razonamiento. Para esto, utilizan el software “TinkerPlots” y en una serie de seminarios los profesores resuelven un problema de inferencia estadística. Encuentran una gran utilidad en la visualización de las graficas que ofrece el software, ya que con ellas los profesores tuvieron la habilidad para observar los datos con diferentes perspectivas y con ello hacer juicios tanto numéricos como visuales.

Dierdorff, Bakker, Eijkelhof y Maanen (2011) analizan cómo una estrategia de enseñanza y aprendizaje, basada en prácticas o actividades de la vida cotidiana a través de correlación y regresión, sustentan el desarrollo del razonamiento inferencial informal de estudiantes de bachillerato, y encontró que los estudiantes por lo general eran capaces de vincular la mayor parte de sus conceptos científicos y conocimientos estadísticos formales con los problemas contextuales al hacer inferencias estadísticas informales.

3. MARCO CONCEPTUAL

En este Capítulo se presenta un panorama general de lo que es razonamiento informal, las definiciones de IEI y RII, se explica las componentes esenciales que caracterizan la IEI, las cuales aportaran información sobre el RII de los estudiantes y, por último, se explica el modelo de desarrollo cognitivo SOLO, utilizado para evaluar las IEI de los estudiantes.

En este trabajo, se entiende por Marco Conceptual a un número reducido de categorías que indican los aspectos principales a tener en cuenta en el trabajo y sus posibles relaciones; así ha sido sugerida por Miles & Huberman (1994): “un marco conceptual explica, ya sea de forma gráfica o narrativa, las principales cosas que serán estudiadas, –los factores claves, conceptos o variables– y las supuestas relaciones entre ellas” (p. 18). Se ha organizado el Marco Conceptual en dos niveles, uno que destaca los aspectos generales:

- a) Razonamiento informal
- b) Inferencia estadística informal
- c) Modelo de desarrollo SOLO

El otro nivel ofrece sub-categorías de las dos últimas categorías (b y c). Dado que el estudio es una exploración de la IEI, se han propuesto cuatro componentes de la IEI, que funcionan como indicadores para evaluar la calidad de las inferencias informales de los estudiantes frente a una tarea:

1. Generalización: Obtener una conclusión que va más allá de los datos.
2. Consideración de los datos: Uso de los datos como evidencia.
3. Lenguaje: Modular las conclusiones, utilizando un lenguaje probabilístico.
4. Conocimiento previo y contextual: el uso que se hace del conocimiento del contexto y de conceptos estadísticos y matemáticos que ya posee el estudiante.

SOLO es un modelo para interpretar y organizar un conjunto de respuestas en cuatro niveles, de acuerdo con el número de elementos de conocimiento presentes en la respuesta, tales niveles son: Pre-estructural, Uni-estructural, Multi-estructural y Relacional.

En lo que sigue, se hacen más explícitas las características de las categorías de dicho marco conceptual.

3.1. Razonamiento informal

El término razonamiento informal admite diferentes significados. Generalmente, se caracteriza como contrario al razonamiento formal, no obstante, no hay consenso entre los investigadores. La definición de Voss, Perkins y Segal (1991) parece cumplir con las opiniones de varios investigadores. Para estos autores el razonamiento informal es el que se lleva a cabo en situaciones no deductivas que afectan todas las facetas de la vida; son esencialmente las situaciones que se dan en la vida cotidiana y en el trabajo. El razonamiento informal tiene que ver con la argumentación, donde la calidad del argumento no se determina en términos de un conjunto de reglas que indica si la conclusión es válida o no, sino que la calidad se juzga en términos de solidez, la solidez se refiere a:

- a) Si las razones que apoyan el argumento son verdaderas o aceptables.
- b) En qué medida las razones argumentadas apoyan la conclusión a la que llega el individuo.
- c) En qué medida se han tenido en cuenta los contra argumentos, esto es, las razones que apoyan las decisiones o posiciones diferentes que toma el individuo.

Cuando un argumento se evalúa en términos de solidez, el contenido de las afirmaciones son importantes, y la conclusión y las razones no son evaluadas solamente en forma simbólica, como lo son en el razonamiento formal (Voss et. al., 1991).

A pesar de las diferentes perspectivas del razonamiento informal, Carretero, Almaraz y Berrocal (1995) ofrecen una lista de sus principales características:

1) Se aplican a actividades de la vida cotidiana, 2) relevantes para la persona que realiza el razonamiento, 3) está relacionado con la capacidad de elaborar y valorar argumentos y contraargumentos, 4) es un tipo de razonamiento dinámico y dependiente del contexto situacional, 5) se aplica a tareas abiertas o mal definidas, 6) se aplica a tareas no deductivas, 7) no utiliza un lenguaje formal o simbólico, sino el empleado en la vida cotidiana, y 8) se utiliza en todos los dominios de conocimiento, incluso en problemas matemáticos o científico-naturales.

El conocimiento informal dentro del campo de educación matemática es visto o bien como un tipo de conocimiento cotidiano del mundo que los estudiantes poseen con base en las experiencias fuera de la escuela, o como un conocimiento menos formal de los temas que resultan de la enseñanza formal previa; en este trabajo es visto como la integración de ambos. Este punto de vista sugiere que es importante estudiar y considerar el papel del conocimiento informal en el estudio formal de un tema en particular, es decir, que el conocimiento informal es un punto de partida para el desarrollo de la comprensión formal (Zieffler, Garfield, delMas, & Reading, 2008).

3.2. Componentes de la Inferencia Estadística Informal (IEI)

Las componentes de análisis que se toman en este trabajo y se describen más adelante son una síntesis propuesta en dos marcos conceptuales desarrollados específicamente para estudiar y desarrollar la inferencia informal. A continuación se definirán los conceptos que se utilizaran en el presente trabajo.

El RII es la forma en que los estudiantes usan sus conocimientos para hacer y sustentar inferencias estadísticas sobre una población desconocida basadas en muestras observadas y sin utilizar los métodos o técnicas formales de la estadística inferencial, como el uso de los datos muestrales, distribución muestral, desviación estándar, puntuación estándar, intervalos de confianza, etc.

La inferencia estadística informal (IEI) es una generalización probabilística (no determinista) de datos (Makar & Rubin, 2009), y esta generalización es el producto final de un RII (Makar, Bakker & Ben-Zvi, 2011). En este sentido se está considerando que las IEI se representan mediante enunciados, mientras que el RII es el proceso que hay detrás de las afirmaciones presentes en esos enunciados.

El análisis del RII de los estudiantes se va a llevar a cabo teniendo en cuenta cuatro componentes características de la IEI; tales componentes se han seleccionado de dos trabajos importantes en el RII. Zieffler et al. (2008) consideran tres componentes 1) Hacer juicios o predicciones, 2) Utilizar conocimientos previos formales e informales, y 3) Articular argumentos y justificaciones. Las componentes 1) y 3) se refieren a la misma idea de las componentes 1 y 2 del marco Makar y Rubin (2009) que son las siguientes: 1) Conclusión más allá de los datos y 2) Uso de datos como evidencia; por lo que se consideraran las tres

componentes de Makar y Rubin, y la componente 2 de Zieffler et al. como las cuatro componentes características de la IEI. Enseguida, se describen las cuatro componentes de análisis.

1. *Conclusión más allá de los datos.* Esto es, hacer juicios, afirmaciones, o predicciones acerca de las poblaciones (generalizar más allá de la muestra) con base en las muestras, pero sin los procedimientos y métodos estadísticos formales. La capacidad de utilizar los datos disponibles y mirar más allá de los datos para hacer estimaciones acerca de un fenómeno incierto es la piedra angular de la estadística.

2. *Uso de los datos como evidencia.* Aquí se pretende observar la explicación, es decir, la articulación de argumentos y justificaciones para hacer los juicios, afirmaciones, o predicciones sobre las poblaciones sustentadas en los datos de las muestras, es decir, afirmaciones cuya evidencia son los datos. Estos pueden ser numéricos, observacionales, descriptivos, o incluso no registrados. Lo importante es que su uso como evidencia sea aceptada en el contexto en el cual se está utilizando. Esta componente hace hincapié en la necesidad de basar las generalizaciones en los patrones de los datos disponibles, para mover el pensamiento más allá de anécdotas o creencias sobre el mundo y buscar formas más fuertes de sustento. Este énfasis en la evidencia es fundamental para el desarrollo de la comprensión de los estudiantes del gran alcance de la estadística para justificar las afirmaciones y las inferencias.

3. *Uso de lenguaje probabilístico que exprese incertidumbre acerca de la conclusión.* Una de las características de la estadística es la de obtener conclusiones que contienen diferentes dosis de incertidumbre. En la inferencia formal se hacen afirmaciones sobre una población con base en la información de una muestra que no tienen certeza absoluta, como lo puede tener un teorema matemático. Debido a que las conclusiones de la inferencia informal también se refieren a una población más allá de los datos disponibles, no se puede hacer en términos absolutos. Por lo tanto, una afirmación derivada de un RII debe utilizar términos o frases que modulen las afirmaciones, se dice entonces que se utiliza un lenguaje probabilístico. Éste puede ser cualquier lenguaje apropiado a la situación y al nivel de los alumnos que sugiera incertidumbre en una hipótesis especulada, que una predicción es sólo una estimación, o que la conclusión no se aplica a todos los casos.

4. *Utilizar e integrar el conocimiento previo (conocimiento formal e informal) al grado en que este conocimiento esté disponible.* Cualquier inferencia se hace a partir de un conjunto de datos y de una teoría (científica o personal, explícita o implícita) que permite interpretar tales datos. Tales teorías vienen del conocimiento formal o informal (creencias) de los estudiantes. El conocimiento formal puede ser sobre conceptos básicos como distribución, media aritmética, etc. Y el conocimiento informal puede ser acerca del contexto de los datos, o que una muestra puede ser muy poco común dada una hipótesis, etc.

El diseño de las tareas que permiten la captura y evaluación del RII deben tener una estructura bien definida. El marco establecido en este trabajo sugiere que el diseño de las tareas sean de tal forma que reten a los estudiantes a:

- ⊙ Obtener conclusiones sobre una población a partir de muestras.
- ⊙ Usar los datos como evidencia para sustentar la generalización.
- ⊙ Uso de lenguaje probabilístico que exprese incertidumbre acerca de la generalización, y
- ⊙ Utilizar e integrar conocimiento previo.

3.3. Modelo de desarrollo cognitivo SOLO

El modelo de desarrollo cognitivo SOLO (structure of the observed learning outcome) desarrollado por Biggs y Collis (1991), ha sido ampliamente utilizado por otros investigadores (por ejemplo, Pegg, 2003; Pegg & Tall, 2005; Watson, 2008), es a la vez jerárquico y de carácter estructural. Es útil para interpretar las respuestas de los estudiantes en términos de características estructurales y éstas se utilizan entonces para determinar el nivel de la jerarquía representada por la respuesta particular. Desde la perspectiva SOLO, la comprensión es vista como una característica individual específica del contenido y del contexto. SOLO surge como un medio para describir la estructura subyacente del rendimiento del individuo en un momento específico, y que se deduce únicamente a partir de la respuesta, por lo que SOLO se refiere a la clasificación de los resultados, no a los estudiantes. El progreso que va de la carencia de un determinado conocimiento o de una habilidad a su dominio se puede describir mediante un ciclo de aprendizaje. Las respuestas muestran un crecimiento que se basa en la capacidad de las personas para manejar, con mayor sofisticación, claves relevantes, cada vez más complejas mientras el ciclo de aprendizaje se desarrolla. Este crecimiento puede ser descrito en términos de *niveles*. Un nivel se refiere a un patrón de pensamiento que se infiere a lo que un conjunto

de personas dicen y hacen. La Tabla 3.1 muestra los cuatro niveles que forman un ciclo de aprendizaje. Las descripciones de los niveles indican una sofisticación creciente en la capacidad de los alumnos para manejar ciertas tareas.

Tabla 3.1. Niveles de razonamiento

Pre-estructural	Las respuestas presentan aspectos irrelevantes de la situación/problema y operan en un nivel inferior.
Uni-estructural	Los estudiantes se enfocan en el problema, pero utilizan una sola parte de los datos y tienen muchas inconsistencias
Multi-estructural	Dos o más partes de los datos son utilizados sin relacionarlos. Puede haber algunas inconsistencias.
Relacional	Todos los datos están relacionados. Tienen una estructura totalmente coherente. No presenta inconsistencias.

Cada nivel integra el anterior y, lógicamente, requiere también sus elementos. Al mismo tiempo cada nivel forma un conjunto estructurado lógico y empíricamente consistente. La fuerza del modelo SOLO es la vinculación de la naturaleza cíclica del aprendizaje y la naturaleza jerárquica del desarrollo cognitivo. Cada nivel de funcionamiento dentro de un ciclo tiene su propia integridad, su propia selección de idiosincrasia y uso de los datos.

4. METODOLOGIA

El acopio de datos se llevo a cabo mediante un cuestionario escrito aplicado a estudiantes de bachillerato en un tiempo de una hora y media, aproximadamente. El cuestionario y los estudiantes se describen a continuación.

4.1. Participantes

Los participantes fueron 16 estudiantes del tercer semestre de bachillerato de una escuela pública del distrito federal, con edades de entre 16 y 17 años; quienes se encontraban estudiando materias de tronco común.

4.2. Cuestionario

El cuestionario que se aplicó para la recolección de datos (apéndice A) consta de dos problemas conocidos formalmente como prueba de hipótesis de proporciones, en donde se pide determinar si un tratamiento es efectivo o no con base en datos de una muestra. El problema 1 es un experimento aleatorio simple, mientras que el problema 2 es un experimento comparativo aleatorizado. Estos problemas a su vez están divididos en dos partes (A y B) y lo único que varía en cada parte son los datos de la muestra de dichos problemas. Cada parte de un problema tiene en general tres preguntas, y cada una de éstas tiene asociada otra donde se le pide al estudiante que explique el porqué de su respuesta.

La primera pregunta pide una conclusión, además explicar el porqué de la conclusión:

a) ¿Qué puedes concluir? ¿Por qué?

En caso de que no hayan concluido nada sobre la efectividad del tratamiento o la información sea muy pobre, la segunda pregunta ayuda a obtener mayor información del razonamiento del estudiante:

b) ¿Crees que de verdad funciona? ¿Por qué?

Y la tercera pregunta es para determinar si el estudiante toma en cuenta el azar como posible responsable de los datos. Se espera que la reiteración de las preguntas proporcione información valiosa:

c) ¿Qué crees que sea más probable? Que el resultado sea por azar o que es debido al producto ¿Por qué?

Las preguntas presentadas aquí tienen una ligera variación respecto al cuestionario original, con el fin de explicar de manera general el cuestionario².

El primer problema es tomado de Triola (2004) y el segundo problema fue tomado de Rossman (2008). La estructura de los problemas del cuestionario es idéntico a los originales, sólo se adaptaron las preguntas para recopilar una mayor cantidad de información y se modificaron los datos estadísticos para las partes B de cada problema, con el fin de percibir el cambio de las respuestas respecto a los distintos datos de las muestras de los problemas.

El diseño de los dos problemas utilizados para la captura y evaluación del RII tienen una estructura bien definida, y que incluyen los cuatro componentes esenciales del RII.

Tabla 4.1. Características de los problemas del cuestionario

	Conclusión más allá de los datos	Uso de los datos para sustentar la conclusión	Uso de lenguaje probabilístico que exprese incertidumbre	Utilizar e integrar el conocimiento previo
Problema 1	Concluir sobre el funcionamiento del producto para la población	Juzgar si la muestra provee evidencia para el funcionamiento del producto	Usar un lenguaje probabilístico para afirmar que la conclusión no es absoluta.	Usar conocimientos intuitivos o aprendidos para la inferencia hecha
Problema 2	Concluir sobre el funcionamiento de la terapia con delfín para la población	Juzgar si la muestra provee evidencia para el funcionamiento de la terapia con delfín	Usar un lenguaje probabilístico para afirmar que la conclusión no es absoluta.	Usar conocimientos intuitivos o aprendidos para la inferencia hecha

A continuación, se presenta la solución de los problemas de manera formal, que servirá de pauta para analizar y evaluar las respuestas de los estudiantes con base en el modelo SOLO y explicar posibles causas de errores y dificultades encontrados.

² Para ver el cuestionario original ir al apéndice A.

4.2.1. Solución a problemas del cuestionario

4.2.1.1. Problema 1 parte A: Tratamiento “Gender Choice”

- *ProCare Industries alguna vez ofreció un producto llamado “Gender Choice”, el cual, según afirmaciones publicitarias, permitía a las parejas incrementar sus posibilidades de tener una niña. Supón que realizamos un experimento con 100 parejas que desean tener una niña, y todas ellas siguen el tratamiento de Gender Choice. Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?*

Para decidir si Gender Choice es realmente efectivo es necesario hacer una aseveración o hipótesis sobre la efectividad del producto; esta hipótesis puede ser verdadera o no, y generalmente se utiliza con el propósito de rechazarla. A esta hipótesis se le conoce como hipótesis nula y se denota con H_0 . Cualquier hipótesis distinta de la hipótesis nula es llamada hipótesis alternativa y se denota con H_1 .

Si bajo la suposición de que una hipótesis es verdadera se encuentran resultados de una muestra extremadamente inusuales de los que se esperaría, entonces se estaría inclinado a rechazar la hipótesis supuesta. Si se rechaza una hipótesis verdadera se está cometiendo un error tipo I, y la probabilidad máxima de cometer este error se llama nivel de significancia α .

La conclusión que se quiere probar es que Gender Choice incrementa la posibilidad de tener una niña. Es decir, $p > 0.5$.

Para intentar probar esta hipótesis se supone como verdadera la hipótesis de que no incrementa, es decir $p = 0.5$ esta es la hipótesis nula. La hipótesis nula H_0 y la hipótesis alternativa H_1 se expresa de la siguiente manera.

$$H_0: p = 0.5$$

$$H_1: p > 0.5$$

Se supone verdadera la hipótesis nula ($p = 0.5$).

En ausencia de cualquier circunstancia especial, se selecciona un nivel de significancia de 95% ($\alpha=0.05$).

Se utiliza la distribución normal como aproximación de la distribución binomial. El estadístico de prueba z es:

$$z = \frac{\hat{p} - \mu}{\sigma} = \frac{0.52 - 0.5}{\sqrt{\frac{(0.5)(0.5)}{100}}} = \frac{0.02}{0.05} = 0.4$$

El valor P de este estadístico es 0.3446, puesto que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se rechaza la hipótesis nula. Este valor P indica que los resultados muestrales podrían suceder fácilmente al azar.

Concluimos que no existe suficiente evidencia muestral para sustentar la aseveración de que Gender Choice incrementa la posibilidad de concebir mas niñas que lo esperado por el azar.

Con un nivel de significancia de 90% ($\alpha=0.10$), o de 99% ($\alpha=0.01$) se llega a la misma conclusión; es decir, puesto que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se rechaza la hipótesis nula. Esto indica que los resultados muestrales podrían suceder fácilmente al azar.

4.2.1.2. Problema 1 parte B

- ⊙ *ProCare Industries alguna vez ofreció un producto llamado “Gender Choice”, el cual, según afirmaciones publicitarias, permitía a las parejas incrementar sus posibilidades de tener una niña. Supón que realizamos un experimento con 100 parejas que desean tener una niña, y todas ellas siguen el tratamiento de Gender Choice.*

Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?

La hipótesis nula H_0 y la hipótesis alternativa H_1 se expresa de la siguiente manera.

$H_0: p = 0.5$

$H_1: p > 0.5$

Se supone verdadera la hipótesis nula ($p = 0.5$).

En ausencia de cualquier circunstancia especial, se selecciona un nivel de significancia del 95% ($\alpha=0.05$).

El estadístico de prueba z es:

$$z = \frac{0.90 - 0.5}{\sqrt{\frac{(0.5)(0.5)}{100}}} = \frac{0.4}{0.05} = 8$$

El valor P de este estadístico es 0.000001, puesto que el valor de P es menor que el nivel de significancia, rechazamos la hipótesis nula. Este valor P indica que los resultados muestrales no podrían suceder al azar.

Concluimos que existe suficiente evidencia muestral para sustentar la aseveración de que Gender Choice incrementa la posibilidad de concebir más niñas que lo esperado al azar.

Con un nivel de significancia de 90% ($\alpha=0.10$), o de 99% ($\alpha=0.01$) se llega a la misma conclusión, es decir, puesto que el valor de P es menor que el nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula. Este valor P indica que los resultados muestrales no podrían suceder al azar.

Ahora, se determina los límites para rechazar o no la hipótesis nula. Con un nivel de significancia de 90% los valores críticos son de ± 1.645 , así, la proporción de niñas nacidas utilizada para aceptar o rechazar la hipótesis nula es:

$$\sqrt{\frac{(0.5)(0.5)}{100}}(1.645) + 0.5 = 0.582$$

$$\sqrt{\frac{(0.5)(0.5)}{100}}(-1.645) + 0.5 = 0.418$$

Estos datos significan que si la cantidad de niñas concebidas está entre 42 y 58 no se rechaza la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia del 95% los valores críticos son de ± 1.96 , así, la proporción de niñas nacidas utilizada para aceptar o rechazar la hipótesis nula es:

$$\sqrt{\frac{(0.5)(0.5)}{100}}(1.96) + 0.5 = 0.6$$

$$\sqrt{\frac{(0.5)(0.5)}{100}}(-1.96) + 0.5 = 0.4$$

Esto significa que si la cantidad de niñas concebidas está entre 40 y 60 no se rechaza la hipótesis nula.

Con un nivel de significancia del 99% los valores críticos son de 2.575 así, la proporción de niñas nacidas utilizada para aceptar o rechazar la hipótesis nula es:

$$\sqrt{\frac{(0.5)(0.5)}{100}}(2.575) + 0.5 = 0.63$$

$$\sqrt{\frac{(0.5)(0.5)}{100}}(-2.575) + 0.5 = 0.37$$

Estos datos significan que si la cantidad de niñas concebidas está entre 37 y 63 no se rechaza la hipótesis nula.

4.2.1.3. Problema 2 parte A: Terapia con Delfines

- ⊙ *Nadar con los delfines sin duda puede ser divertido, pero ¿es también terapéutica para los pacientes que sufren de depresión? Para investigar esta posibilidad, los investigadores reclutaron a 30 sujetos con un diagnóstico clínico de depresión. Estos sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos de tratamiento (con delfín y sin delfín). Ambos grupos participaron en la misma cantidad de nado y buceo cada día, pero un grupo lo hizo en presencia de delfines y el otro grupo no lo hizo. Suponga que al final de dos semanas, los resultados fueron los siguientes. ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines?*

	Con delfín	Sin delfín	Total
Mejoraron	8	5	13
No mejoraron	7	10	17
Total	15	15	30

Quando se quiere decidir si un tratamiento es mejor que otro se formula la hipótesis de que no hay diferencia entre los tratamientos (cualquier diferencia se debe a la variación de las muestras de la misma población).

La afirmación que se quiere probar es que el tratamiento con delfines ayuda a curar la depresión.

Sean p_1 y p_2 las proporciones de mejoras de la población en el tratamiento con delfín y sin delfín respectivamente. Se debe decidir entre las dos hipótesis.

$H_0: p_1 = p_2$, las diferencias observadas son debidas al azar, es decir, el tratamiento con delfines no es más efectivo.

$H_1: p_1 > p_2$, el tratamiento es más efectivo.

Se supone verdadero la hipótesis nula $p_1 = p_2$.

En ausencia de cualquier circunstancia especial, se selecciona un nivel de significancia de 95% ($\alpha=0.05$).

Se utiliza la distribución normal como aproximación de la distribución binomial. Se estima el valor común de p_1 y p_2 con el estimado de la muestra agrupada \bar{p} .

$$\bar{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} = \frac{8 + 5}{15 + 15} = .4333$$

Con $\bar{p} = 0.4333$ se deduce que $\bar{q} = 1 - 0.4333 = 0.5667$

El estadístico de prueba z es

$$z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{n_1} + \frac{\bar{p}\bar{q}}{n_2}}} = \frac{\frac{8}{15} - \frac{5}{15}}{\sqrt{2\left(\frac{13}{30}\right)\left(\frac{17}{30}\right)}} = \frac{0.2}{0.1809} = 1.10$$

El valor P de este estadístico es 0.1357, puesto que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se rechaza la hipótesis nula. El valor de P indica que los resultados muestrales podrían suceder fácilmente al azar.

Se concluye que no existe suficiente evidencia muestral para sustentar la aseveración de que hay una mayor proporción de mejoras en el grupo con delfín que en el grupo sin delfín, es decir, el tratamiento con delfines no es efectivo.

Con un nivel de significancia de 90% ($\alpha=0.10$), o de 99% ($\alpha=0.01$) se obtiene la misma conclusión; es decir, puesto que el valor de P es mayor que el nivel de significancia, no se rechaza la hipótesis nula. El valor de P indica que los resultados muestrales podrían suceder fácilmente al azar.

4.2.1.4. Problema 2 parte B

- *Nadar con los delfines sin duda puede ser divertido, pero ¿es también terapéutica para los pacientes que sufren de depresión? Para investigar esta posibilidad, los investigadores reclutaron a 30 sujetos con un diagnóstico clínico de depresión. Estos sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos de tratamiento (con delfín y sin delfín). Ambos grupos participaron en la misma cantidad de nado y buceo cada día, pero un grupo lo hizo en presencia de delfines y el otro grupo no lo hizo. Suponga que al final de dos semanas, los resultados fueron los siguientes. ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines?*

	Con delfín	Sin delfín	Total
Mejoraron	10	3	13
No mejoraron	5	12	17
Total	15	15	30

La afirmación original es que hay una mayor proporción de mejoras en el grupo con delfín que en el grupo sin delfín $p_1 > p_2$.

Se expresa la hipótesis nula H_0 y la hipótesis alternativa H_1 de la siguiente manera.

$$H_0: p_1 = p_2$$

$$H_1: p_1 > p_2$$

Se supone verdadera la hipótesis nula $p_1 = p_2$.

En ausencia de cualquier circunstancia especial, se selecciona un nivel de significancia de 95% ($\alpha=0.05$).

Se utiliza la distribución normal como aproximación de la distribución binomial. Se estima el valor común de p_1 y p_2 con el estimado de la muestra agrupada \bar{p} .

$$\bar{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2} = \frac{10 + 3}{15 + 15} = 0.4333$$

Con $\bar{p} = 0.4333$ se deduce que $\bar{q} = 1 - 0.4333 = 0.5667$

El estadístico de prueba z es

$$z = \frac{(\hat{p}_1 - \hat{p}_2) - (p_1 - p_2)}{\sqrt{\frac{\bar{p}\bar{q}}{n_1} + \frac{\bar{p}\bar{q}}{n_2}}} = \frac{\frac{10}{15} - \frac{3}{15}}{\sqrt{\frac{2\left(\frac{13}{30}\right)\left(\frac{17}{30}\right)}{15}}} = \frac{0.4666}{0.1809} = 2.58$$

El valor P de este estadístico es 0.0049, puesto que el valor de P es menor que el nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula. Este valor de P indica que los resultados muestrales no podrían suceder fácilmente al azar.

Se concluye que existe suficiente evidencia muestral para sustentar la aseveración de que hay una mayor proporción de mejoras en el grupo con delfín que en el grupo sin delfín. Así, se puede decir que es probable que el tratamiento con delfines sea efectivo.

Con un nivel de significancia de 90% ($\alpha=0.10$), o de 99% ($\alpha=0.01$) se llega a la misma conclusión; es decir, puesto que el valor de P es menor que el nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula. Este valor de P indica que los resultados muestrales no podrían suceder al azar.

5. ANÁLISIS DE LOS DATOS

El análisis de datos se dividió en cuatro secciones principales; una por cada problema. Dentro de cada una de ellas se utilizaron las cuatro componentes esenciales descritas en el Capítulo cuatro para estudiar la IEI. También, se utilizó el modelo de desarrollo cognitivo SOLO de Biggs y Collis (1991) para evaluar y establecer una jerarquía de las respuestas.

Se transcribieron las respuestas de los estudiantes en una tabla (Apéndice B), las respuestas de cada estudiante se identifican con una letra R y un número del 1 al 16; R1, R2,..., R16.”

5.1. Problema 1 parte A

5.1.1. Más allá de los datos

Una componente esencial de la IEI es hacer una afirmación o conclusión sobre una población desconocida y se caracteriza porque *va más allá de los datos* de la muestra.

En el análisis de este problema, se clasifican las respuestas³ considerando si van *más allá de los datos* o no. En el presente trabajo, una respuesta que sólo toma en cuenta o hace referencia a la muestra o a elementos de la misma se considera que *no va más allá de los datos*.

Tabla 5.1. Clasificación de las conclusiones

Respuestas	Clasificación de respuestas	Estudiantes
Va más allá de los datos 12 respuestas (75%)	No funciona	R1, R2, R7, R10, R12, R15
	Juzgan baja efectividad	R6, R9
	Asignan porcentaje de efectividad	R3, R5, R13
	Juzgan que puede ser efectivo	R16
No va más allá de los datos. 3 respuestas (19%)	Pudo influir en las personas	R4
	Asignan porcentaje de efectividad	R11
	Funcionó	R8
No hay respuesta. 1 (6%)	No contesto	R14

³ En la componente *más allá de los datos* las respuestas de los estudiantes son conclusiones, si estas conclusiones son acerca de la población se consideran inferencias.

La Tabla 5.1 muestra la clasificación general de las respuestas dadas por los estudiantes. Doce estudiantes (75%) dan respuestas que *van más allá de los datos* de la muestra, mientras que tres respuestas (19%) *no van más allá de los datos*; un estudiante no dio respuesta.

En las siguientes dos secciones se explican cada una de las categorías y se detallan ejemplos.

5.1.1.1. *Va más allá de los datos*

Las respuestas de los estudiantes que *van más allá de los datos* hablan sobre la efectividad del producto en la población y no de la muestra en particular; estas respuestas se han clasificado en cuatro categorías: 1) No funciona, 2) juzgan baja efectividad, 3) asignan porcentaje de efectividad y 4) juzgan que puede ser efectivo.

No funciona. Los estudiantes que responden, concluyendo que el producto Gender Choice no funciona *van más allá de los datos*, ya que hablan del producto para cualquier elemento de la población. Los estudiantes R2 y R15 dan respuestas que pertenecen a esta categoría y se muestran a continuación.

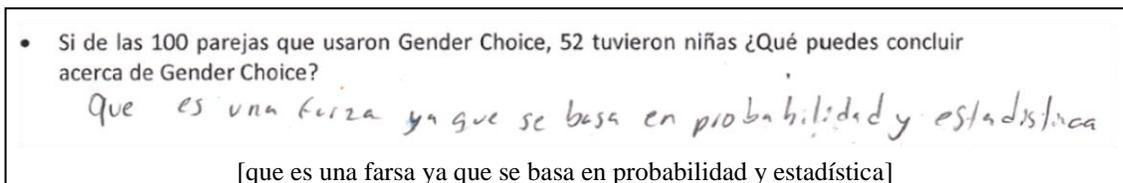


Figura 5.1. Conclusión de R2 que va más allá de los datos

La respuesta R2 no dice que no funciona, pero al “es una farsa” lo dice implícitamente (Figura 5.1).

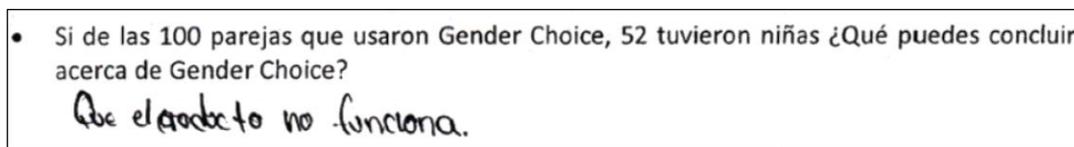


Figura 5.2. Conclusión de R15 que va más allá de los datos

R15 sólo afirma que el producto no funciona, lo que se considera una inferencia, ya que habla del funcionamiento del producto más allá de la muestra (Figura 5.2).

Juzgan baja efectividad. Respuestas de un segundo tipo que *van más allá de los datos* son aquellas que juzgan que la efectividad del producto Gender Choice es baja, por ejemplo, la respuesta de R6 (Figura 5.3) dice “no es un tratamiento muy efectivo”.

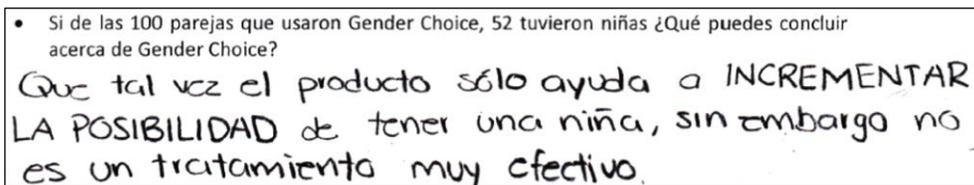


Figura 5.3. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos de R6

Asignan porcentaje de efectividad. Respuestas de un tercer tipo, asignan un grado o porcentaje de efectividad al producto Gender Choice, éstas *van más allá de los datos* porque se habla de la efectividad del producto sin hacer referencia a la muestra o a sus elementos. Dos ejemplos de estas respuestas son R5 y R13, las cuales se muestran en las Figuras 5.4 y 5.5 respectivamente.

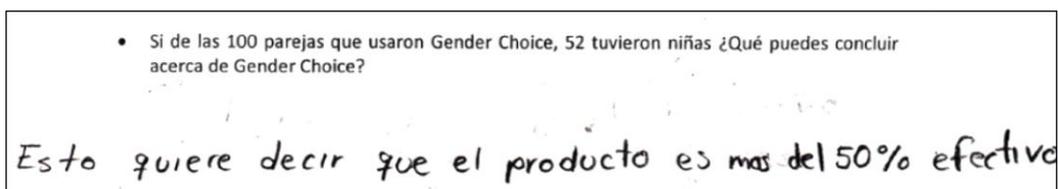


Figura 5.4. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos de R5

Dado que no hay nada que indique 50% en la muestra, la respuesta de R5 *va más allá de los datos*. Lo mismo ocurre con R13 sólo que éste afirma que es igual a 50% y no mayor.

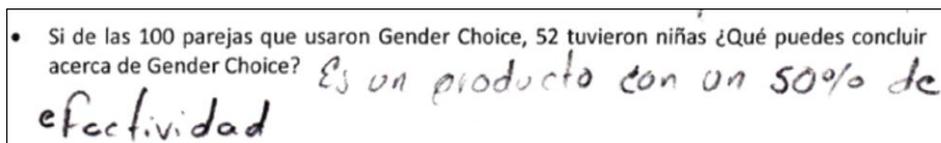


Figura 5.5. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos (R13)

Juzgan que puede ser efectivo. Respuestas del cuarto tipo que *van más allá de los datos* de la muestra son aquellas donde se concluye que es posible que el producto Gender Choice sea efectivo. R16 es la única respuesta que se ubica en esta categoría (Figura. 5.6).

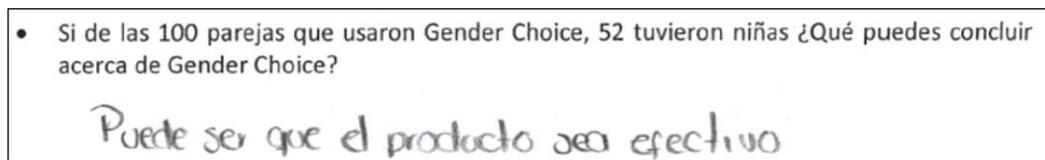


Figura 5.6. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos (R16)

5.1.1.2. No va más allá de los datos

Las respuestas que *no van más allá de los datos*, se dividieron en dos categorías. Cuando concluyen que el producto pudo influir de alguna manera en las personas de la

muestra se agruparon en una categoría, y en la otra cuando concluyen que sí funciona el producto. Una respuesta perteneciente a la primera categoría es la dada por R4 (Figura. 5.7).

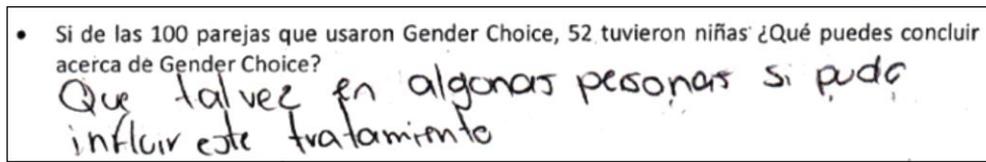


Figura 5.7. Ejemplo de conclusión que no va más allá de los datos (R4)

Se considera que es una conclusión que *no vas más allá de los datos* porque hace referencia sólo a las personas de la muestra.

En la segunda categoría, se ubicó la respuesta de R8 (Figura. 5.8), quien concluye que el producto Gender Choice sí funciona, pero hace referencia al “tratamiento” por lo que se refiere a la muestra.

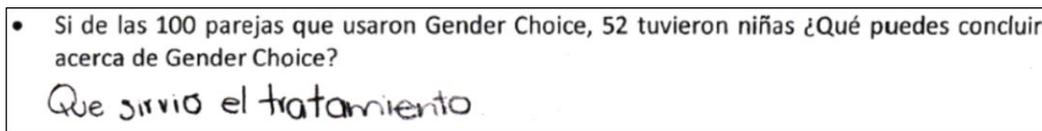


Figura 5.8. Ejemplo de conclusión que no va más allá de los datos (R8)

Para que un sujeto desarrolle sus inferencias informales es necesario que se atreva a hacer afirmaciones que vayan *más allá de los datos*, pues este rasgo está en el corazón de la inferencia. Al parecer, los sujetos del nivel de los estudiantes examinados, en general, no tienen dificultad para obtener conclusiones *más allá de los datos*. No obstante, hacerlo es aún poco significativo para lograr una inferencia razonablemente adecuada. Es entonces necesario explorar otras características que ofrezcan más indicios de la IEI.

Por otro lado, resultan interesantes los tipos de respuesta que se encuentran, pues los estudiantes obtienen conclusiones variadas, desde juzgar hasta asignar un porcentaje.

5.1.2. Datos como evidencia

La segunda componente importante de la IEI se refiere a la consideración de los datos del problema; hace hincapié en la necesidad de obtener las conclusiones con base en los datos disponibles y tomarlos como evidencia. Presupone, evitar basar la inferencia en anécdotas o creencias subjetivas sobre el mundo y, por el contrario, basarlas en los datos disponibles.

La Tabla 5.2 resume los distintos tipos de respuestas⁴ de los estudiantes para justificar las conclusiones hechas. Las respuestas se han clasificado en dos categorías: si las justificaciones usan los datos de la muestra para sustentar las conclusiones o si no usan los datos.

Tabla 5.2. Tipos de Respuestas de los estudiantes

Estudiante	Respuesta		
	Usa los datos como evidencia		No los usa
	Racional probabilística	Determinista	Subjetiva
R1		X	X
R2		X	X
R3	X	X	
R4	X		X
R5	X		
R6	X		
R7	X		
R8	X		
R9			X
R10	X		X
R11	X		X
R12	X		
R13			X
R14			X
R15		X	X
R16	X	X	X
	40%	20%	40%

En la categoría de respuestas que se basan en los datos de la muestra como evidencia para obtener las conclusiones, se observaron dos tipos: *determinista* y *racional probabilística*. En la categoría de respuestas que no utilizan los datos como evidencia para justificar las

⁴ Las respuestas en la componente *datos como evidencia* se refieren a las explicaciones o justificaciones que apoyan las conclusiones obtenidas.

conclusiones obtenidas; se observó un solo tipo de justificación al cual se le llamó *justificación subjetiva*, pues está basada en creencias o teorías subjetivas.

Conviene recordar que el cuestionario utilizado en la recolección de datos contiene cuatro problemas, y cada uno de ellos tres preguntas que piden una justificación de la respuesta. En las respuestas a estas preguntas se observó que los argumentos para justificar una misma conclusión podían ser distintos y, por lo tanto, clasificarse en diferentes tipos, incluso algunos estudiantes cambiaron su conclusión.

Algunos estudiante pasaron de hacer una argumentación basada en los datos de la muestra a una argumentación que no lo está, por ejemplo, responder con una justificación *racional probabilística* a una pregunta y utilizar una *justificación subjetivas* en otra; es el caso del estudiante R11 (Tabla 5.2). También, hay estudiantes que utilizan los tres tipos de justificaciones cuando usan datos como evidencia, por ejemplo R16, y estudiantes que responden con una justificación *racional probabilística* a todas las preguntas, como el estudiante R12. En las siguientes dos secciones se presentan ejemplos de respuestas de cada categoría y la variación de las justificaciones para sustentar una misma inferencia.

5.1.2.1. Usan datos como evidencia

Racional probabilística. Las justificaciones que se han tomado como *racional probabilística* hacen referencia al valor de la probabilidad del género de un nacimiento, o a una posible distribución o proporción del género en una población, y con base en este supuesto ofrecen una argumentación (que puede ser correcta o incorrecta) para aceptar o rechazar la hipótesis de que el producto funciona. Esta argumentación puede hacerla, ya sea comparando el valor de la probabilidad o distribución del género con la muestra, o solamente usando los datos de la muestra; de sus argumentaciones se puede deducir si consideran el estadístico de la muestra significativo o no. A continuación, se muestran ejemplos de justificaciones *racionales probabilísticas* correspondientes a R3, R6 y R4.

R3 considera que como la mayoría de la población está formada por mujeres, la muestra está dentro de lo normal y no se debe al producto “Gender Choice” (Figura 5.9). Mientras que R6 basa claramente su respuesta en el estadístico 52% (Figura 5.10).

¿Por qué? Explica.
La mayoría de la población son mujeres,
Quiere decir que es más difícil tener
un hombre, por tanto fue producto
del azar, según mi punto de vista.

Figura 5.9. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R3)

¿Por qué? Explica.
Por que a pesar que el 52% es mayoría
pienso que no es suficiente para afirmar
que fue por el uso del producto.

Figura 5.10. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R6)

R4 considera que existe la posibilidad de tener niña con el producto “Gender Choice”, para ello utiliza el estadístico y argumenta que más de 50% de los bebés fueron niñas (Figura 5.11).

¿Por qué? Explica.
Pues tal vez en producto si
influyo mucho, en algunas parejas
para poder tener la niña que
querian, por que mas del 50% las
obtuvieron.

Figura 5.11. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R4)

En estos ejemplos, se utilizan los datos como evidencia apoyados en un modelo probabilístico acerca de la proporción de hombres y mujeres en la población.

Determinista. Las justificaciones consideradas como *deterministas* son aquellas en las que el estudiante pide 100% de efectividad en el producto o muy cercano para aceptar la hipótesis de que el producto funciona.

La Figura 5.12 muestra un ejemplo de este tipo de justificación, perteneciente a R3. Para este estudiante el producto no funciona, porque el experimento no produjo 100 niñas.

¿Por qué? Explica.

Yo creo que un producto así, no es confiable, ya que no funciona al 100% quieve decir que no funciona, por tanto no obtuvieron el 100% de efectividad

Figura 5.12. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R3)

El estudiante R2 argumenta que si el producto funcionara, hubiera servido a las 100 parejas. Claramente, tiene un razonamiento *determinista*, si no hay 100% de eficacia entonces el producto no funciona (Figura 5.13).

¿Por qué? Explica detalladamente.

Par que las publicidades unicamente busca vender un producto además que si funcionara hubiera servido a las 100 parejas que lo usaron

[Porque las publicidades únicamente busca[n] vender un producto además que si funcionara hubiera servido a las 100 parejas que lo usaron]

Figura 5.13. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R2)

5.1.2.2. No usan datos como evidencia

Las justificaciones que se consideran como subjetivas son aquellas que no utilizan los datos de la muestra como evidencia para justificar las conclusiones hechas y que están basadas en alguna creencia o teoría subjetiva. También, se considera *justificación subjetiva* cuando aseguran que no se puede concluir nada debido a factores que inciden en el producto y que no se toman en cuenta.

En este tipo de respuestas, se observa con mayor claridad la influencia de las creencias o conocimientos del sujeto acerca del contexto del problema en sus justificaciones.

Las Figuras 5.14, 5.15 y 5.16 muestran las respuestas de los estudiantes R4, R15 y R16, respectivamente, las cuales están clasificadas como *justificaciones subjetivas*.

¿Por qué? Explica detalladamente.

Tal vez pudo cambiar la genetica del hombre para que puedan tener una hija

Figura 5.14. Ejemplo de justificación que no usa datos como evidencia (R4)

¿Por qué? Explica.

La mayor parte de la población tiende a tener una mujer en vez de un hombre, por otra parte el sexo de un bebé se define después de varios meses de gestación y no creo que pueda interferir un medicamento para elegir su sexo alteraría su organismo.

Figura 5.15. Ejemplo de justificación que no usa datos como evidencia (R15)

¿Por qué? Explica detalladamente.

Todo depende del funcionamiento del cuerpo del paciente y el buen o mal uso que le den. Si el producto funciona y se emplea correctamente los resultados serán positivos.

Figura 5.16. Ejemplo de justificación que no usa datos como evidencia (R16)

Estas respuestas muestran una variedad de conocimientos o creencias subjetivas, las cuales se han considerado como conocimientos informales. Las respuestas hablan sobre modificación de la genética, organismos, distribución del género de la población y la creencia de que el producto puede funcionar si se administra correctamente, sin tomar en cuenta los datos del experimento.

El análisis de este problema evidencia que a pesar de que más de 50% de las justificaciones están basadas en los datos de la muestra, no todas ellas son adecuadas, en el sentido de que no son una argumentación que sustente las inferencias realizadas. Sobre este hecho se hablará con más detalle en la sección 5.1.5.

En la Tabla 5.2 se observa que 40% de los tipos de justificaciones de las inferencias realizadas por los estudiantes se basan en creencias subjetivas y no consideran los datos del problema, el mismo porcentaje pertenecen al tipo racional probabilístico que es el tipo de respuesta más avanzada. Finalmente, el hecho de que las justificaciones de un mismo estudiante se clasifiquen en diversos tipos de respuesta indica la dificultad de alcanzar un nivel de razonamiento que evite las creencias subjetivas y se atenga solamente a los datos. Solamente tres estudiantes (19%) utilizaron exclusivamente creencias subjetivas. Estos resultados indican que el *uso de los datos como evidencia* para justificar las inferencias es una componente que está presente en la IEI de la mayoría de los estudiantes analizados. Sin

embargo, las consecuencias que derivan de los datos frecuentemente no corresponden con las inferencias estadísticas correctas.

5.1.3. Lenguaje probabilístico

En las situaciones de muestreo, debido a la variación de las muestras y a que las conclusiones están basadas en los datos de la muestra, se suelen modular las afirmaciones con expresiones como “es muy probable”, “es posible que”, “no es seguro que”, etc., lo que evita hacer afirmaciones en términos absolutos. El lenguaje probabilístico puede ser expresiones apropiadas a la situación y al nivel de los alumnos; que sugiera incertidumbre en una hipótesis especulada. El que utiliza dicho lenguaje refleja la comprensión de que un resultado estadístico o una predicción no son contundentes o seguros. La Tabla 5.3 muestra la distribución de las conclusiones de los estudiantes de acuerdo con el grado de incertidumbre que expresan. Dentro de las conclusiones que expresaban algún grado de incertidumbre, es decir, que las conclusiones usaban un lenguaje probabilístico, se consideran dos tipos: *lenguaje probabilístico numérico* y *lenguaje probabilístico no numérico*.

Tabla 5.3. Lenguaje usado en las inferencias

Lenguaje	Categorías	Respuesta	Cantidad
Probabilístico	Numérico	R3, R5, R9, R13	8 (50%) estudiantes
	No numérico	R4, R6, R11, R16	
Determinista		R1, R2, R7, R8, R10, R12, R15	7 (44%) estudiantes
No hizo inferencia		R14	1 (6%) estudiantes

5.1.3.1. Uso de lenguaje probabilístico

Lenguaje probabilístico numérico. Las conclusiones con un *lenguaje probabilístico numérico* expresan algún grado de incertidumbre con porcentajes o proporciones. Al mencionar la efectividad del producto en un porcentaje distinto de 100% éste tiene algún grado de incertidumbre implícito. Dos ejemplos de este lenguaje son las conclusiones de R9 y R13 mostradas en las figuras 5.17 y 5.18, respectivamente.

- Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?
Que el producto no es totalmente seguro y eficaz, en realidad tiene 52% de certeza.

Figura 5.17. Ejemplo de lenguaje probabilístico (R9)

El estudiante R9 afirma que el producto tiene 52% de certeza, y R13 considera que es un producto con 50% de efectividad.

- Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?
Es un producto con un 50% de efectividad

Figura 5.18. Ejemplo de lenguaje probabilístico (R13)

Lenguaje probabilístico no numérico. En la clasificación de *lenguaje probabilístico no numérico*, se consideraron las conclusiones que expresan algún grado de incertidumbre sólo cualitativamente; por ejemplo, las conclusiones de R4 y R16 (figuras 5.19 y 5.20). R4 usa “tal vez” y R16 “puede”, estas palabras muestran incertidumbre en las conclusiones hechas.

- Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?
Que tal vez en algunas personas si pudo influir este tratamiento

Figura 5.19. Ejemplo de lenguaje probabilístico (R4)

- Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?
Puede ser que el producto sea efectivo

Figura 5.20. Ejemplo de lenguaje probabilístico (R16)

5.1.3.2. Uso de lenguaje determinista

Las respuestas⁵ que se consideraron dentro de *lenguaje determinista* son las que no expresan ningún grado de incertidumbre: por ejemplo, las conclusiones de R8 y R15 que se muestran en las figuras 5.21 y 5.22, respectivamente. Ambas respuestas se dan en términos absolutos y no sugieren ninguna posibilidad de incertidumbre en las conclusiones hechas.

⁵ En la componente *lenguaje probabilístico* las respuestas son conclusiones, así conclusiones y respuestas son sinónimos.

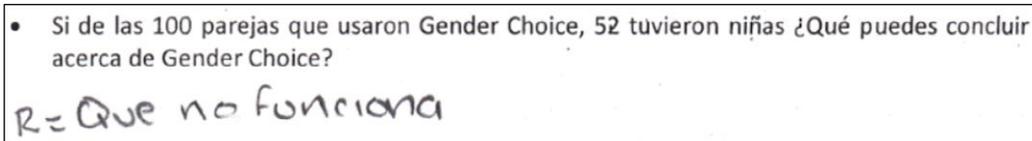


Figura 5.21. Ejemplo de lenguaje determinista (R8)

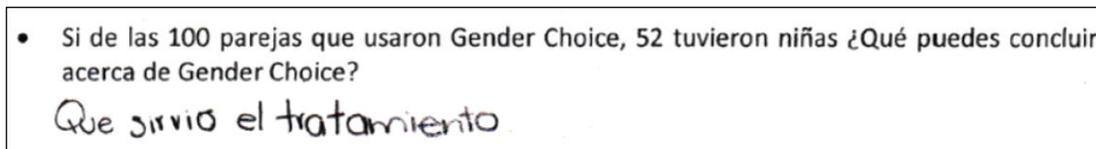


Figura 5.22. Ejemplo de lenguaje determinista (R15)

Las dos conclusiones anteriores caen en la misma categoría dentro de la componente *lenguaje probabilístico*; sin embargo, las conclusiones son opuestas respecto a la hipótesis estadística del funcionamiento del producto Gender Choice.

La Tabla 5.3 muestra que 50% de los estudiantes expresa algún grado de incertidumbre en las inferencias. Sin embargo, solamente 5 (31%) lo expresan en una forma clara y cualitativa. Estos resultados indican que utilizar un lenguaje probabilístico es una componente que no está presente en la IEI de la mayoría de los estudiantes.

Ahora, es interesante resaltar qué conocimientos utilizan e integran los estudiantes para hacer una IEI.

5.1.4. Conocimientos

Otra componente fundamental en la IEI es el uso e integración de conocimientos que pueden ser formales, informales o ambos; estos conocimientos junto con los datos de la muestra forman parte de la argumentación y justificación de la inferencia. La Tabla 5.4 muestra los distintos tipos de conocimientos utilizados por los estudiantes.

Tabla 5.4. Conocimientos utilizados para justificar la inferencia

Conocimientos	
Formal	Porcentajes, proporción.
Informal	Probabilidad de nacimientos femeninos, distribución o proporción del género de la población, teoría o creencia subjetiva, juzgar la significatividad del estadístico.

5.1.4.1. Conocimiento formal

Las respuestas⁶ que utilizaban un *conocimiento formal* por lo general se refieren a porcentajes o proporciones; estos conocimientos se obtienen en la escuela, por lo cual se consideran conocimientos formales. En la Figura 5.23 se presenta un ejemplo de respuesta que utiliza este tipo de conocimiento, perteneciente a R5.

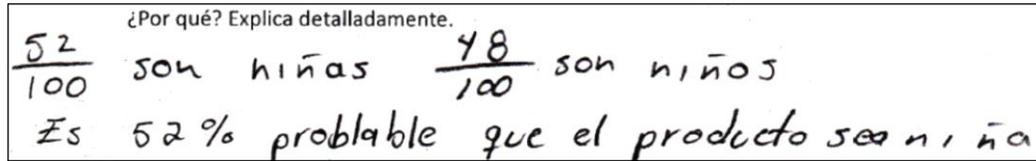


Figura 5.23. Ejemplo de conocimiento formal (R5)

R5 utiliza los datos de la muestra, escribe las frecuencias relativas de los nacimientos y expresa el resultado en porcentaje de probabilidad.

5.1.4.2. Conocimiento informal

Como se ha mencionado anteriormente el término *conocimiento informal* es visto como el conocimiento cotidiano que los estudiantes tienen sobre la base de las experiencias fuera del conocimiento formal de la escuela. Se consideró que una respuesta utilizaba *conocimientos informales* cuando no integraba métodos o técnicas formales de estadística para la justificación de las inferencias hechas, sino que utilizaban conocimientos posiblemente provenientes de percepciones de la vida a través de creencias socialmente compartidas, informaciones, noticias o propaganda. Por ejemplo, algunos estudiantes expresaban que la mayoría de la población es mujer, o que es más probable el nacimiento de una niña a un niño. En el análisis también se consideró como *conocimiento informal* cuando juzgan si un estadístico es significativo, pues no consideran desviaciones estándar ni distribuciones muestrales.

Ejemplos de la utilización de *conocimiento informal* en la justificación de conclusiones son las mostradas en las figuras 5.24 y 5.25 correspondientes a las respuestas R5 y R12.

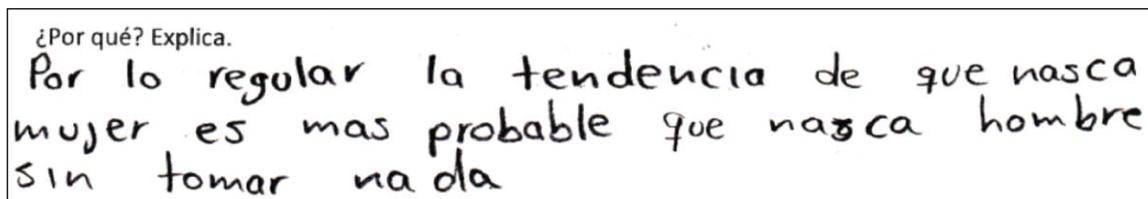


Figura 5.24. Ejemplo de conocimiento informal (R5)

⁶ Las respuestas en la componente *conocimientos* son las explicaciones o justificaciones empleadas para apoyar las conclusiones obtenidas

¿Por qué? Explica.

R= Las probabilidades siempre han sido mayoritarias a tener niñas. Actualmente simplemente en el país hay más mujeres

Figura 5.25. Ejemplo de conocimiento informal (R12)

Otro tipo de *conocimiento informal* es el utilizado para explicar el posible funcionamiento del producto Gender Choice, considerando términos como genética, organismo, cromosomas, etc. La Figura 5.26 muestra la justificación de R13, quien considera que la sugestión es el responsable del nacimiento de la niña, es decir, utiliza una teoría subjetiva (“sugestión del inconsciente”) para explicar el funcionamiento del producto.

¿Por qué? Explica.

La sugestión del Inconsciente del ser humano provoca el nacimiento de la niña. Es como el embarazo Ficticio.

Figura 5.26. Ejemplo de conocimiento informal (R13)

¿Por qué? Explica detalladamente.

Por que siempre nacen mas niñas por los cromosomas.

Respuesta de probabilidad, pues si se alteran los genes hay mas posibilidad de que nascan niñas

Figura 5.27. Ejemplo de conocimiento informal (R14)

El *conocimiento formal* utilizado por los estudiantes es adecuado, ya que sólo emplean proporciones y porcentajes, y lo hacen de manera adecuada. El conocimiento informal puede ser incorrecto por lo que provoca una inferencia incorrecta, como cuando los estudiantes creen que hay una proporción mucho mayor de mujeres en la población.

Hasta aquí se han clasificado por separado las respuestas de los estudiantes en función de cada una de las cuatro características de la IEI elegidas. En la siguiente sección se presenta una clasificación que conjuga la presencia adecuada o no de las cuatro características.

5.1.5. Modelo SOLO

Con base en las componentes utilizadas para el análisis de datos y el modelo de desarrollo cognitivo SOLO, se construyó una jerarquización para las respuestas de los estudiantes, con lo que se pudo establecer una evaluación de la IEI de los estudiantes y a partir de esta evaluación observar las carencias, dificultades, así como los aspectos positivos presentes y una posible ruta para el desarrollo de la IEI.

Para elaborar la jerarquización se clasificaron las componentes de análisis en dos grupos, en uno se reúnen las respuestas consideradas adecuadas y, en el otro, las no adecuadas. Estas decisiones están basadas en la solución formal de los problemas e interpretaciones subjetivas. Las características utilizadas para determinar las respuestas adecuadas de cada componente se describen a continuación.

Una respuesta en la componente *más allá de los datos* se consideró adecuada cuando rechaza la hipótesis de que el producto incrementa la posibilidad de escoger el género del bebé. La Tabla 5.5 muestra la clasificación correspondiente.

Tabla 5.5. Clasificación de la conclusión

Más allá de los datos		
Adecuado	R1, R2, R7, R10, R12, R15	6 Respuestas (38%)
No adecuado	R3, R4, R5, R6, R8, R9, R11, R13, R14, R16	10 Respuestas (62%)

En la componente *Datos como evidencia* se consideraron respuestas adecuadas cuando utilizan los datos como evidencia para justificar la inferencia y consideran que la proporción no es significativa (Tabla 5.6).

Tabla 5.6. Clasificación del uso de datos como evidencia

Datos como evidencia		
Adecuado	R3, R5, R6, R7, R10, R11, R12	7 Respuestas (44%)
No adecuado	R1, R2, R4, R9, R10, R13, R14, R15, R16	9 Respuestas (56%)

En la componente *lenguaje probabilístico* se consideró una respuesta adecuada cuando la conclusión hecha expresan algún grado de incertidumbre (Tabla 5.7).

Tabla 5.7. Clasificación de lenguaje probabilístico

Lenguaje probabilístico		
Adecuado	R3, R4, R5, R6, R9, R11, R13, R16	8 Respuestas (50%)
No adecuado	R1, R2, R7, R8, R10, R12, R14, R15	8 Respuestas (50%)

Una respuesta en la componente *Conocimientos* es adecuada cuando consideran que la proporción o probabilidad del género de la población es equitativa y hacen una posible comparación de este modelo con la muestra (Tabla 5.8).

Tabla 5.8. Clasificación de conocimientos

Conocimientos		
Adecuado	R6, R7, R8, R10, R11	5 Respuestas (31%)
No adecuado	R1, R2, R3, R4, R5, R9, R12, R13, R14, R15, R16	11 Respuestas (69%)

Con base en la clasificación de las cuatro componentes utilizadas para el análisis de las respuestas de los estudiantes y el modelo SOLO, se establecieron cuatro niveles de IEI; Pre-estructural, Uni-estructural, Multi-estructural y Relacional. La Tabla 5.9 presenta las características correspondientes a cada nivel y las respuestas que caen dentro de cada nivel así como sus componentes.

Solamente un estudiante (6%) se encontró en un nivel Pre-estructural, debido a que no tiene ninguna componente adecuada. Ocho estudiantes (50%) están en el nivel Uni-estructural porque sólo tienen una componente adecuada en su RII. Las respuestas de cinco estudiantes (31%) se encuentran en un nivel Multi-estructural. Estas respuestas tienen dos o más componentes adecuadas. Dos respuestas (13%) se consideraron en un nivel Relacional, ya que utilizan dos o más componentes adecuadamente; las integran y relacionan en su RII.

La Figura 5.28 muestra una representación gráfica de la jerarquización de las respuestas.

Tabla 5.9. Niveles de la IEI para el Problema 1 Parte A

Nivel	Respuestas	%	Componente adecuada
Pre-estructural	R14	6	Ninguna
Uni-estructural	R1, R2, R15	50	Más allá de los datos
	R4, R9, R13, R16		Lenguaje probabilístico
	R8		Conocimientos
Multi-estructural	R3, R5	31	Datos como evidencia y Lenguaje probabilístico
	R10		Más allá de los datos, Datos como evidencia y Conocimientos
	R12		Más allá de los datos y Datos como evidencia
	R11		Lenguaje probabilístico, Datos como evidencia y Conocimientos
Relacional	R6	13	Lenguaje probabilístico, Datos como evidencia y Conocimientos
	R7		Más allá de los datos, Datos como evidencia y Conocimientos

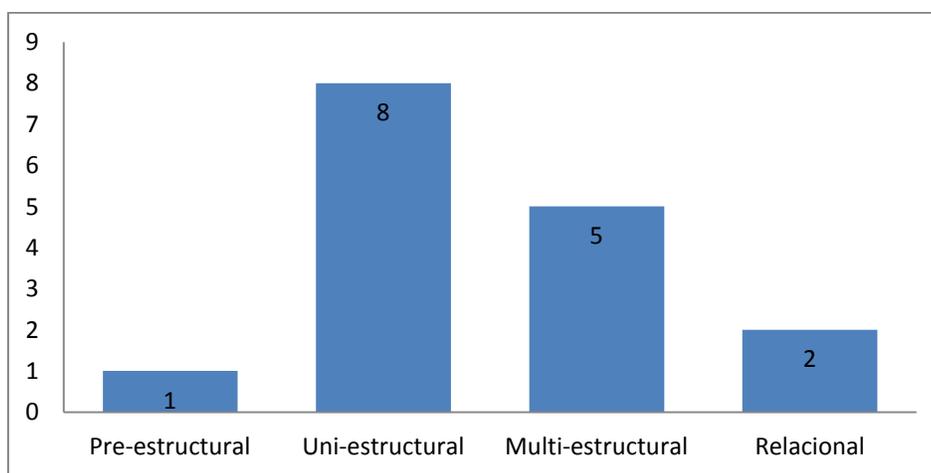


Figura 5.28. Gráfica de los niveles de la IEI

5.1.5.1. Nivel Pre-estructural

Solamente una respuesta se consideró como Pre-estructural, ésta corresponde al estudiante R14 y se muestra en la Tabla 5.10. El estudiante no expresa una conclusión, por lo que no se le puede asignar las componentes de “lenguaje probabilístico” y “más allá de los datos”, sus justificaciones están basadas en conocimientos informales (cromosomas), es decir, no se basan en los datos de la muestra, y no habla sobre una posible distribución del género de la población, por lo que la componente de “conocimientos” no es adecuada.

Tabla 5.10. Ejemplo de respuesta Pre-estructural (R14)

<p>a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 52 niñas nacieron por el azar ó que las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?</p>
<p>----- Porque siempre nacen más niñas por los cromosomas. Respuesta de probabilidad pues si se alteran los genes hay más posibilidades de que nazcan niñas.</p>	<p>Pues no. Porque científicamente está comprobado que nacen mas niñas que niños así que los cromosomas dan más niñas.</p>	<p>Los cromosomas hacen que nazcan más niñas. Por los cromosomas que son más X. Respuesta de probabilidad pues la mayoría nacen niñas.</p>

5.1.5.2. Nivel Uni-estructural

En este nivel se encuentra la mayor cantidad de respuestas (50%, ver Figura 5.28). Estas respuestas sólo contienen una componente adecuada; por ejemplo, la respuesta de R15, la cual se muestra en la Tabla 5.11, concluye que el producto no funciona. Esto es considerado como una conclusión adecuada que *va mas allá de los datos*, pero no expresa ningún grado de incertidumbre y su justificación es *determinista*; además, presenta creencias y *conocimientos informales* como que el género se define después de varios meses de gestación o simplemente no cree que un producto permita elegir el género del bebe. Tampoco establece una comparación de la muestra con un modelo de la población por lo que no es adecuada la componente de *conocimientos*.

Otro ejemplo de respuesta Uni-estructural es la que corresponde a R4, y que se muestra en la Tabla 5.12, La única componente adecuada que presentó esta respuesta es el uso de un *lenguaje probabilístico*, al expresar “tal vez”, pero su conclusión no *va más alla de los datos* debido a que habla sobre las personas en el tratamiento en particular. Sus justificaciones se basan en creencias subjetivas como que es difícil cambiar el género del embrión y en

conocimientos informales como la genética del hombre; además considera que un argumento para aceptar un posible efecto del producto es que haya más de 50% de resultados favorables, lo cual se considera un argumento no adecuado.

Tabla 5.11. Ejemplo de respuesta Uni-estructural (R15)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 52 niñas nacieron por el azar ó que las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
Que no funciona. Porque en las publicidades que vendían este producto aseguraron que se incrementaban las posibilidades de tener una niña por lo tanto pienso que por lo menos tuvieron que haber nacido 99 niñas de 100.	No. La mayor parte de la población tiende a tener una mujer en vez de un hombre, por otra parte el sexo de un bebe se define después de varios meses de gestación y no creo que pueda interferir un medicamento para elegir su sexo alteraría su organismo.	Las 52 niñas nacieron por el azar. Reitero, no creo que un producto pueda alterar los organismos de un humano para poder elegir su sexo.

Tabla 5.12. Ejemplo de respuesta Uni-estructural (R4)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 52 niñas nacieron por el azar ó que las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
Que tal vez en algunas personas si pudo influir este tratamiento. Tal vez pudo cambiar la genética del hombre para que puedan tener una hija.	No. Es muy difícil poder cambiar el sexo del embrión que se está presentando	Las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Pues tal vez el producto si influya mucho en algunas parejas para poder tener la niña que querían por que más del 50% las obtuvieron.

Un último ejemplo de respuesta Uni-estructural se muestra en la Tabla 5.13 y pertenece a R8. En ella, la conclusión es incorrecta, pues afirma que el tratamiento funciona. Su justificación se basa en los datos, pero presenta un argumento no convincente (más de 50%), aunque en las siguientes preguntas parece rectificar su conclusión, pues no cree que funcione del todo. Por último, considera más probable que la muestra se deba al azar, porque hay la misma probabilidad de tener niña, indicando una comparación del azar con la muestra, lo cual es considerado como un conocimiento adecuado.

Tabla 5.13. Ejemplo de respuesta Uni-estructural (R8)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 52 niñas nacieron por el azar ó que las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
Que sirvió el tratamiento. Porque más del 50% obtuvo niña.	Pues no del todo. Porque existe la probabilidad de que gran parte del porcentaje ya tenía niña.	Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque hay 50 y 50 de probabilidad de que sea niño o niña.

5.1.5.3. Nivel Multi-estructural

Las respuestas Multi-estructurales difieren de las Uni-estructurales porque utilizan dos o más componentes adecuadamente aunque no las integran correctamente.

La respuesta R10 es un ejemplo clasificado como Multi-estructural (Tabla 5.14). En ella, el estudiante concluye correctamente que el producto no funciona, pero no expresa incertidumbre en dicha conclusión; concluye *más alla de los datos* de forma adecuada pero no utiliza un *lenguaje probabilístico*. Considera que existe la misma probabilidad de tener niña o niño “50 de 100” sin el uso del producto, y que 52 niñas siguen perteneciendo a esta probabilidad. Esta explicación hace creer que R10 juzga dos más como una diferencia no significativa, por lo que se considera que usa los datos adecuadamente; además, el hecho de considerar como igualmente probables tener niña o niño representa *conocimientos informales* adecuados.

Esta respuesta no alcanzó el nivel Relacional porque usa una creencia; “depende de los genes no de un producto” por lo que no relaciona las componentes adecuadamente.

Tabla 5.14. Ejemplo de respuesta Multi-estructural (R10)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 52 niñas nacieron por el azar ó que las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
No funciona. Existe la misma probabilidad que 50 de las 100 parejas tuvieran niño o niña y en este caso así fue a excepción que 2 mas tuvieron niña pero esto no rompe la regla.	No lo creo. Porque no conozco su funcionamiento y en la prueba no demostró nada. Si hubieran sido niñas más de la mitad, su funcionamiento quedaría demostrado.	Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque existe la misma probabilidad de que sea niña o niño ya que eso depende de los genes, no de un producto.

R11 (Figura 5.15) no rechaza ni acepta la hipótesis de que el producto funciona. Sólo asigna un porcentaje, por lo que no es una conclusión adecuada, pero expresa algún grado de incertidumbre con el porcentaje y el uso de la palabra “tal vez”. Considera que la posibilidad de tener una niña con el producto es de 50% y parece indicar que sucede lo mismo sin el producto, por lo que no cree que funcione el producto (pregunta b). Esta explicación indica que usa los datos como evidencia. Juzga correctamente que no hay diferencia con o sin el producto Gender Choice, es decir, usa los datos como evidencia adecuadamente y tiene buenos conocimientos formales e informales.

R11 no se considera en un nivel relacional debido a que utiliza la creencia de que por los genes iban a nacer niñas.

Tabla 5.15. Ejemplo de respuesta Multi-estructural (R11)

<p>a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 52 niñas nacieron por el azar ó que las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?</p>
<p>Hablado estadísticamente las posibilidades de tener una niña es de 52% pero de ese 52% tal vez no era necesario usar Gender Choice. Porque de ese 52% los genes antes de usar Gender Choice ya iba a dar como resultado una niña entonces este experimento si lo volvieran hacer los resultados cambiarían completamente.</p>	<p>No. Simplemente en este experimento para el Gender Choice solo hay 2 resultados niño y niña entonces las posibilidades son del 50% con o sin Gender Choice.</p>	<p>Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque las posibilidades de que sea niño o niña es de 50% con o sin Gender Choice.</p>

5.1.5.4. Nivel Relacional

Las respuestas pertenecientes a este nivel, al igual que las Multi-estructurales, tienen dos o más componentes adecuadas, pero las relacionan e integran.

Para decidir si relacionan e integran las componentes se ha considerado que no contengan justificaciones basadas en creencias subjetivas, y que utilicen una argumentación adecuada para rechazar el producto. Aunque, eventualmente, se admite que sus conocimientos informales puedan no ser adecuados, como la proporción del género de la población, pero las componentes tienen una relación e integración y utilizan los datos como evidencia para las conclusiones. Se ha encontrado que dos respuestas presentan estas características.

Una de ellas es la correspondiente a R6, la cual se muestra en la Tabla 5.16 donde expresa cierto grado de incertidumbre con el uso de la palabra “tal vez”, pero no obtiene una

conclusión adecuada porque cree que puede ayudar a incrementar la posibilidad de tener una niña, aunque juzga “que no es muy efectivo”. Usa los datos como evidencia en todas sus justificaciones; en la pregunta c) juzga que 52% no es suficiente para aceptar la hipótesis de que el producto funcione; esta explicación indica que hace una comparación de 52% con 50% que se debe al azar por lo que las componentes *datos como evidencia y conocimientos* son adecuadas.

Se considera que relaciona e integra las componentes porque no utiliza creencias subjetivas, y considera que 52 no es significativo; además, considera una proporción significativa adecuada en la Tabla 5.69.

Tabla 5.16. Ejemplo de respuesta Relacional (R6)

<p>a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 52 niñas nacieron por el azar ó que las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?</p>
<p>Que tal vez el producto solo ayuda a incrementar la posibilidad de tener una niña, sin embargo no es un tratamiento muy efectivo. Porque del experimento realizado únicamente el 52% fue exitoso y el otro 48% fallo.</p>	<p>No. Por que pudieron haber sido otras las causas y no el producto.</p>	<p>Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque a pesar que el 52% es mayoría pienso que no es suficiente para afirmar que fue por el uso del producto.</p>

La otra respuesta ubicada en el nivel relacional pertenece a R7 (Tabla 5.17). En ésta, R7 concluye rechazando la efectividad del producto, así, su conclusión es adecuada y *va más allá de los datos*. Sin embargo, no expresa ningún grado de incertidumbre; determina la probabilidad del producto como 50 de 100 y al parecer considera la misma probabilidad debido al azar, así, el producto Gender Choice no asegura tener niña. Si Gender Choice tuviera una efectividad de 90% si funcionaria, afirma.

Esta explicación muestra que usa los datos como evidencia, compara estos datos con su conocimiento de la proporción al azar y juzga, adecuadamente, que no hay diferencia significativa. De nuevo no utiliza ningún conocimiento informal en ninguna de sus justificaciones, por lo cual se considera integra las componentes.

Tabla 5.17. Ejemplo de respuesta Relacional (R7)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 52 niñas nacieron por el azar ó que las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
El producto no funciona. Porque la probabilidad de que sea niña es de 50 de 100.	No. Porque la probabilidad de tener una niña es del 50%, lo cual no asegura que realmente sea niña, si el caso fuera el 90% el tratamiento si funcionaría.	Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque es la misma probabilidad que hay al usar el producto, ya que si usas el producto no es seguro que la pareja tenga una niña.

Aunque la mayoría de los estudiantes se ubican en los niveles Uni-estructural y Multi-estructural (Figura 5.28), están cerca de progresar. Al cuestionarles sobre posibilidad de que la muestra fuera resultado del azar o del producto Gender Choice (pregunta c) se observa a 13 estudiantes (82%) considerando al azar como responsable y sólo tres estudiantes (18%) como responsable Gender Choice. Además 11 estudiantes (75%) usan los datos como evidencia para explicar las inferencias mientras que cuatro estudiantes (25%) no usan los datos de la muestra (Tabla 5.18). Estos resultados sugieren una forma de desarrollar este razonamiento; sin embargo, no es el objetivo de este trabajo.

Tabla 5.18. Respuestas a pregunta c

Más probable	Justificación	Respuestas
Azar 13 (82%)	Datos como evidencia	R1, R3, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R16
	Subjetiva	R2, R15
Gender Choice 3 (18%)	Subjetiva	R13, R14
	Datos como evidencia	R4

Alrededor de seis estudiantes (38%) hicieron una inferencia adecuada, 7 estudiantes (44%) usaron datos adecuadamente, 8 (50%) emplearon lenguaje probabilístico y 5 (31%) integraron conocimientos adecuados. Además, 50% (8) de los estudiantes se ubican en el nivel Pre-estructural y 31% (5) en Multi-estructural. Esto datos indican que los estudiantes tienen carencias en las cuatro componentes, y es necesario desarrollar estas para mejorar el RII y así hacer inferencias estadísticas informales coherentes.

5.2. Problema 1 parte B

5.2.1. Más allá de los datos

La Tabla 5.19 muestra la clasificación general de las respuestas hechas por los estudiantes, trece estudiantes (81%) obtienen conclusiones que van *más allá de los datos* de la muestra, solamente una respuesta (6%) obtuvo una conclusión que no *va más allá de los datos* y dos estudiantes (13%) no hicieron conclusión. Se ha considerado que una conclusión *no va más allá de los datos*, si toma en cuenta o hace referencia a algún elemento de la muestra.

Tabla 5.19. Clasificación de las conclusiones

Respuesta	Clasificación de respuestas	Estudiantes
Va más allá de los datos 13 (81%) respuestas	Si funciona.	R3, R4, R5, R6, R8, R11
	No funciona.	R1, R2, R7, R12, R15
	Otra	R9, R13
No va más allá de los datos. 1 (6%) respuestas	Pudo influir en las personas	R14
No hay respuesta. 2 (13%)		R10, R16

En las siguientes dos secciones se explican cada una de las categorías, y se muestran ejemplos.

5.2.1.1. Va más allá de los datos

Se han considerado tres categorías para agrupar las respuestas que *van más allá de los datos* de la muestra.

Si funciona. En la primera categoría, están las conclusiones afirmando que el producto “Gender Choice” sí funciona; por ejemplo, en la Figura 5.29 se muestra la respuesta de R3.

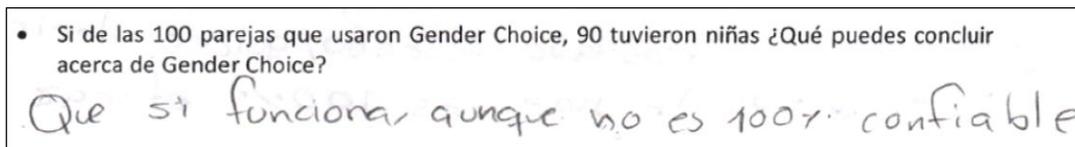


Figura 5.29. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos (R3)

No funciona. En otra categoría, se agruparon las conclusiones que afirman la ineffectividad del producto. Por ejemplo, la conclusión de R1 se muestra en la Figura 5.30.

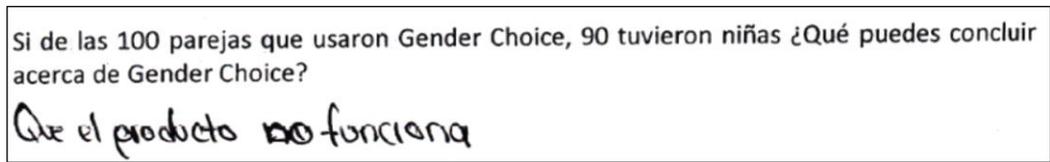


Figura 5.30. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos (R1)

En la última categoría, se incluyeron respuestas que no pertenecen a las dos categorías anteriores. R9 afirma que el producto influye en los genes del feto (Figura 5.31), esta conclusión va *más allá de los datos* porque es general, sin mencionar a elementos de la muestra.

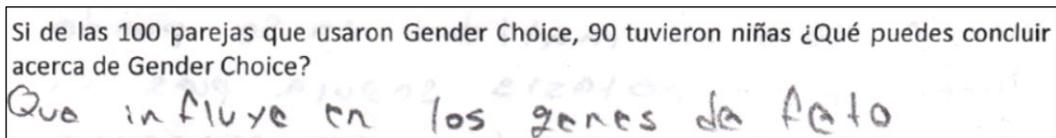


Figura 5.31. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos (R9)

5.2.1.2. No va más allá de los datos

Se consideró que solamente una respuesta *no va más allá de los datos*, ésta corresponde a R14 (Figura 5.32), pues menciona alteración de los genes en los elementos de la muestra.

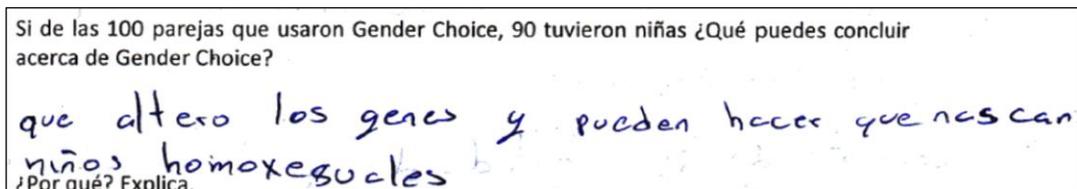


Figura 5.32. Ejemplo de conclusión que no va más allá de los datos

El estudiante R16 no respondió esta pregunta y R10 afirma que “nada” se puede concluir (Figura 5.33). Se clasificaron estas respuestas en *no hay respuesta*.

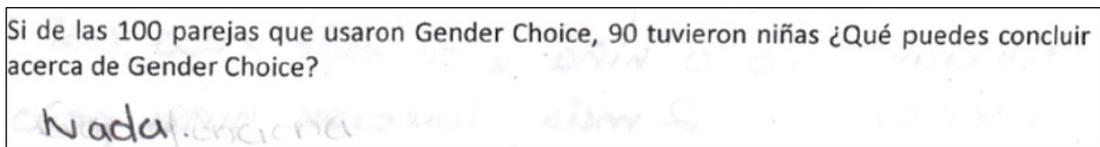


Figura 5.33. R10 sin conclusión

La Tabla 5.19 muestra que 13 estudiantes (81%) concluyeron *más allá de los datos*. Este resultado indica que obtener una conclusión general no es una gran dificultad, sino que ésta empieza cuando se tiene que hacer un juicio en la conclusión; es decir, aceptar o rechazar la hipótesis, pues seis estudiantes (37%) aceptan el funcionamiento del producto y cinco (31%) lo rechazan (dos estudiantes equivalente a un 13% no obtuvieron conclusión), es decir, 11 estudiantes (68%) concluyeron aceptando o rechazando la hipótesis.

5.2.2. Datos como evidencia

La Tabla 5.20 resume los distintos tipos de justificaciones que muestran las respuestas de los estudiantes para sustentar las conclusiones hechas.

Se pueden observar patrones como los que se mencionaron en las justificaciones de la parte A del Problema 1. R7 argumenta con base en los datos de la muestra, pero también tiene una justificación donde no toma en cuenta los datos. R3 tiene una justificación considerada racional probabilística y también una justificación descriptiva (Tabla 5.20).

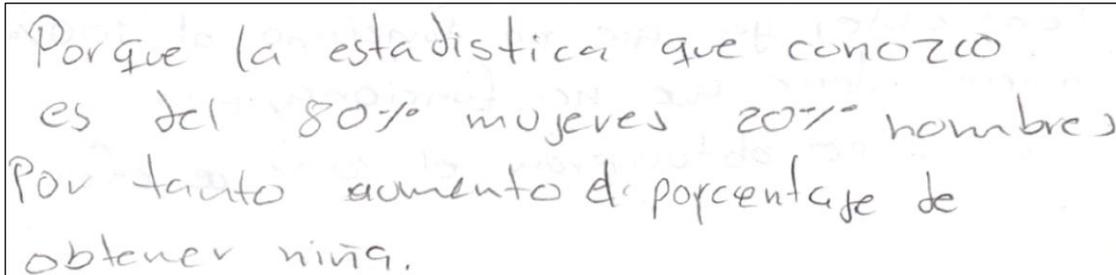
Tabla 5.20. Clasificación de la justificación

Estudiante	Justificación			
	Usa los datos como evidencia			No los usa
	Racional probabilística	Determinista	Descriptiva	Subjetiva
R1				X
R2				X
R3	X		X	
R4	X			
R5	X		X	
R6	X		X	
R7	X			X
R8	X			
R9			X	X
R10				X
R11	X			
R12	X			
R13				X
R14				X
R15		X		
R16	X			
	43%	5%	19%	33%

5.2.2.1. Usa datos como evidencia

Racional probabilística. La Figura 5.34 es una respuesta considerada racional probabilística y corresponde al estudiante R3; en ella se observa que el estudiante tiene un

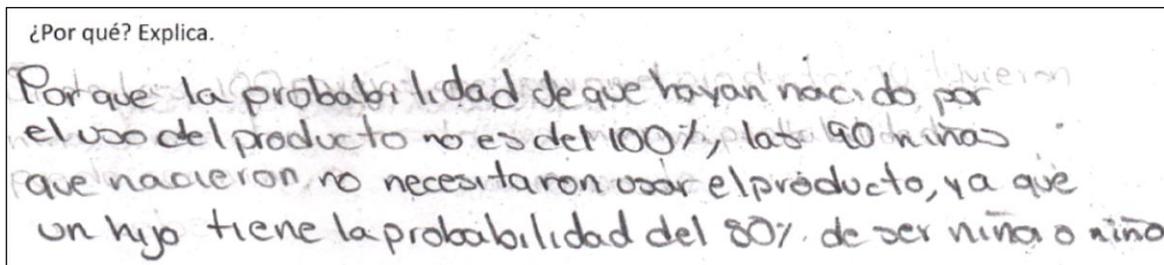
conocimiento informal; 80% de la población son mujeres, y debido a que la muestra da un estadístico de 90% mujeres, entonces argumenta que el producto aumentó 10% el porcentaje esperado de la población femenina. Considera que este aumento es significativo, por lo que acepta el producto como efectivo.



Porque la estadística que conozco es del 80% mujeres 20% hombres Por tanto aumento el porcentaje de obtener niñas.

Figura 5.34. Ejemplo de respuesta que usa datos como evidencia (R3)

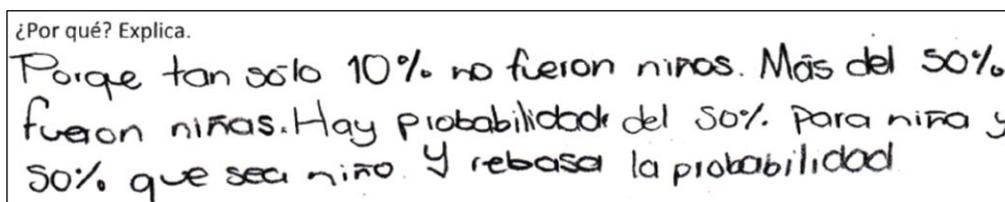
Otro ejemplo de respuesta racional probabilística similar a la anterior, pero en la que se juzga lo contrario, se muestra en la Figura 5.35. En ella se observa que el estudiante R7 cree que las 90 niñas de la muestra no necesitaron usar el producto porque considera que la probabilidad de tener niña es del 80% y se infiere que el estudiante considera que 90 no está muy lejos, es decir, que el estadístico de la muestra no es significativo.



¿Por qué? Explica.
Porque la probabilidad de que hayan nacido por el uso del producto no es del 100%, las 90 niñas que nacieron no necesitaron usar el producto, ya que un hijo tiene la probabilidad del 80% de ser niña o niño

Figura 5.35. Ejemplo de respuesta que usa datos como evidencia (R7)

R8, a diferencia de las dos respuestas anteriores, considera que hay 50% de probabilidad de tener una niña y considera que 90% es significativa por el hecho de rebasar la probabilidad de 50% (Figura 5.36).



¿Por qué? Explica.
Porque tan solo 10% no fueron niñas. Más del 50% fueron niñas. Hay probabilidad del 50% para niña y 50% que sea niño. Y rebasa la probabilidad

Figura 5.36. Ejemplo de respuesta que usa datos como evidencia (R8)

Determinista. Las justificaciones *deterministas* argumentan la necesidad de 100% de efectividad del producto Gender Choice para aceptar la hipótesis de que el producto funciona.

Como ejemplo, se presenta la justificación de R15 quien argumenta que para comprobar la efectividad del producto debe tener por lo menos 99% de resultados favorables (Figura 5.37). La justificación de R7 presentada en la Figura 5.35 también se puede considerar como *determinista* pues considera que la probabilidad del producto no es 100%.

¿Por qué? Explica.
R= porque para que algo quede mas que comprobado que sirve tienen que tener resultados por lo menos del 99%

Figura 5.37. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R15)

Descriptivas. Las respuestas descriptivas sólo se limitan a mencionar los datos del enunciado del problema y no expresan algún argumento que sustente la inferencia hecha. La Figura 5.38 muestra la respuesta de R5. Se considera *descriptiva* ya que simplemente menciona el porcentaje de nacimiento femenino.

¿Por qué? Explica.
Si porque el 90% de los nacimientos fueron niñas

Figura 5.38. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R5)

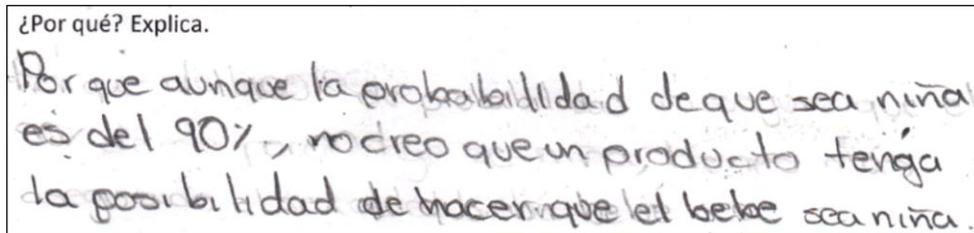
5.2.2.2. No usa datos como evidencia

Cuando las justificaciones no utilizan los datos de la muestra como evidencia para obtener conclusiones recurren a las creencias subjetivas o *conocimientos informales* acerca del contexto del problema. Por ejemplo, R2 (Figura 5.39) cree que el producto funciona sólo si hay una prueba o diagnóstico médico que lo diga. Probablemente, el estudiante se refiere a una justificación médica del funcionamiento del producto.

¿Por qué? Explica.
Porque no hay ninguna prueba o diagnostico medico que diga que si es por el producto que se vende y no por el azar
[Porque no hay ninguna prueba o diagnostico medico que diga que si es por el producto que se vende y no por el azar]

Figura 5.39. Ejemplo de justificación que no usa los datos como evidencia (R2)

En la Figura 5.40 se presenta la respuesta de R7, quien no usa los datos como evidencia. A pesar de reconocer el alto porcentaje de niñas nacidas, agrega no creer que un producto pueda decidir el género del bebe.

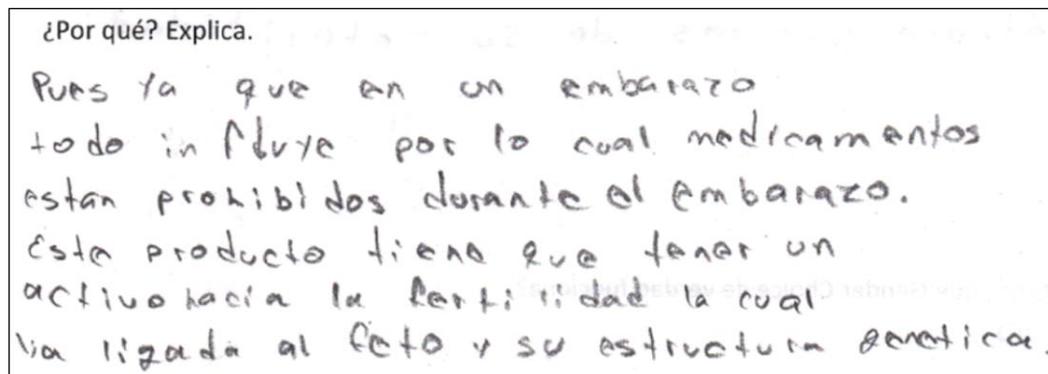


¿Por qué? Explica.

Por que aunque la probabilidad de que sea niña es del 90%, no creo que un producto tenga la posibilidad de hacer que el bebe sea niña.

Figura 5.40. Ejemplo de justificación que no usa los datos como evidencia (R7)

R9 explica que el producto debe tener un activo hacia la fertilidad y este activo afecta al feto y a la estructura genética de éste (Figura 5.41). Esta respuesta está basada en la forma en que el estudiante cree que funciona le producto Gender Choice y no en los datos de la muestra.



¿Por qué? Explica.

Pues ya que en un embarazo todo influye por lo cual medicamentos estan prohibidos durante el embarazo. Este producto tiene que tener un activo hacia la fertilidad la cual va ligada al feto y su estructura genetica.

Figura 5.41. Ejemplo de justificación que no usa datos como evidencia (R9)

Del total de respuestas, una tercera parte se basan en creencias subjetivas y no consideran los datos del problema. Alrededor de 43% pertenecen al tipo racional probabilístico, siendo éste el tipo de respuesta más avanzada. Once estudiantes (69%) utilizan los datos como evidencia en al menos una de sus justificaciones y cinco estudiantes (31%) utilizan conocimientos informales en todas sus justificaciones (Tabla 5.20). A pesar de que muchos estudiantes utilizan los datos como evidencia, el hacerlo de forma adecuada representa una dificultad.

Finalmente, al igual que en la parte A, la respuesta de un tipo u otro no parecen pensamientos estables en los estudiantes. Esta inestabilidad indica la dificultad de alcanzar un

nivel de razonamiento que evite las creencias subjetivas y se atenga a los datos (ver por ejemplo a R7 en la Tabla 5.20).

5.2.3. Lenguaje probabilístico

La Tabla 5.21 muestra una clasificación de las respuestas de los estudiantes al utilizar un lenguaje probabilístico y un lenguaje determinista. Diez estudiantes (63%) no expresan incertidumbre, mientras que en cuatro casos (25%) modulan sus respuestas con algún término que expresa algún grado de incertidumbre en la conclusión. Uno de estos cuatro lo expresó en forma numérica y los otros tres en forma cualitativa. Dos estudiantes no dieron respuesta.

Tabla 5.21. Lenguaje utilizado en las conclusiones

Lenguaje	Categorías	Respuesta	Cantidad
Probabilístico	Numérico	R3	4 (25%) estudiantes
	No numérico	R4, R12, R14	
Determinista		R1, R2, R5, R6, R7, R8, R9, R11, R13, R15	10 (63%) estudiantes
Sin respuesta		R10, R16	2 (12%) estudiantes

5.2.3.1. Uso de lenguaje probabilístico

Numérico. La respuesta de R3 fue la única considerada con *lenguaje probabilístico numérico* debido a la frase: “no es 100% confiable” (Figura 5.42).

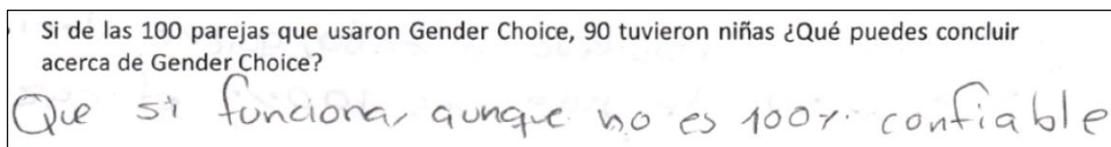


Figura 5.42. Ejemplo de lenguaje probabilístico en la conclusión (R3)

No numérico. Las respuestas que emplean un *lenguaje probabilístico no numérico* utilizan palabras como “tal vez”, “puede”, las cuales expresan incertidumbre. Por ejemplo, R4 utiliza la expresión “tal vez” (Figura 5.43).

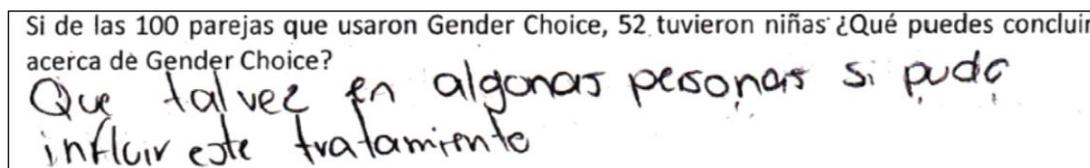
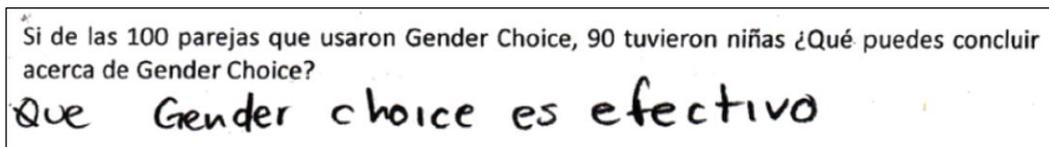


Figura 5.43. Ejemplo de lenguaje probabilístico en la inferencia (R4)

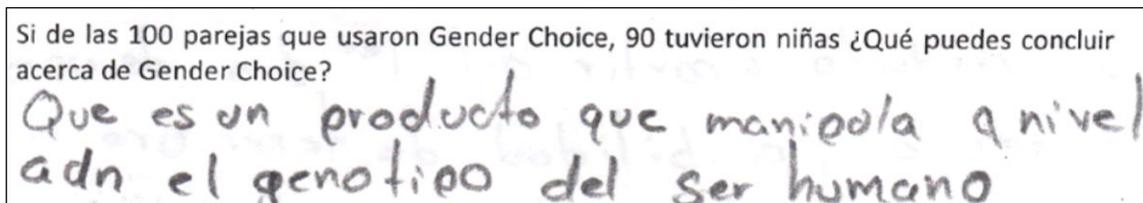
5.2.3.2. Uso de lenguaje determinista

Se muestran tres ejemplos de conclusiones distintas que usan un *lenguaje determinista*. La respuesta de R1 afirma “el producto no funciona” (Figura 5.31), sin dar lugar a ningún grado de incertidumbre en su conclusión. R5 (Figura 5.44) considera que el producto es efectivo, pero no expresa incertidumbre. La respuesta de R13 (Figura 5.45) es completamente distinta de las dos mencionadas, pues no habla directamente sobre el producto y la posibilidad de escoger el género del bebé, pero al igual que las conclusiones de R1 y R5, R13 no expresa incertidumbre.



Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?
Que Gender choice es efectivo

Figura 5.44. Ejemplo de conclusión que usa lenguaje determinista (R5)



Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?
Que es un producto que manipula a nivel adn el genotipo del ser humano

Figura 5.45. Ejemplo de conclusión que usa lenguaje determinista (R13)

Solamente cuatro estudiantes (25%) usaron un *lenguaje probabilístico* (Tabla 5.21), de los cuales tres expresaron incertidumbre en forma explícita. Debido a que en la enseñanza de las matemáticas en general se utiliza un *lenguaje determinista*, es posible que los estudiantes no sean proclives a utilizar expresiones probabilísticas.

A continuación, se describe los conocimientos utilizados para justificar y hacer las conclusiones dadas.

5.2.4. Conocimientos

Los conocimientos utilizados por los estudiantes en este problema coinciden con los analizados en el Problema 1 parte A, y se mencionan nuevamente en la Tabla 5.22. No es necesario hacer una descripción amplia de las respuestas de esta categoría, ya que son similares a los presentados en la sección de conocimientos del problema 1 parte A. Solamente se muestra un ejemplo donde se utilizan conocimientos informales.

Tabla 5.22. Conocimientos utilizados en problema 1 parte B

Conocimientos	
Formal	Porcentajes, proporción.
Informal	Probabilidad de nacimientos femeninos, distribución del género de la población, teoría o creencia subjetiva, juzgar la significatividad del estadístico

Este ejemplo es la justificación presentada por R13, considera que el producto funciona porque “la ingeniería genética es cada día más avanzada” (Figura 5.46).

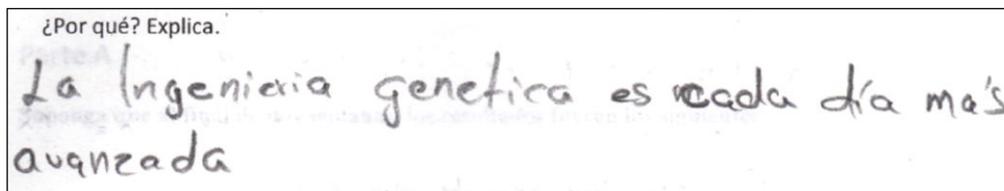


Figura 5.46. Ejemplo de conocimiento informal de R13

El conocimiento formal utilizado por los estudiantes son proporciones y porcentajes; los conocimientos informales utilizados son: un modelo de la proporción de hombres y mujeres en la población (algunos modelos inadecuadas), creencias sobre el funcionamiento del producto en el organismo (genética, embrión, feto), y no creer en el producto (no explica el por qué de su negativa).

A continuación, presentamos una jerarquización de las respuestas dadas por los estudiantes.

5.2.5. Modelo SOLO

Procedemos de la misma forma que en la sección 5.1.5 para jerarquizar las respuestas del Problema 1 parte B.

En la componente *conclusión más allá de los datos* se consideró adecuada cuando aceptan la hipótesis de que el producto incrementa la posibilidad de escoger el género del bebé (la Tabla 5.23 indica la ubicación de las respuestas de los estudiantes en esta categoría).

Tabla 5.23. Clasificación de la conclusión

Más allá de los datos		
Adecuado	R3, R4, R5, R6, R8, R11	6 Respuestas (38%)
No adecuado	R1, R2, R7, R9, R10, R12, R13, R14, R15, R16	10 Respuestas (62%)

En la componente *datos como evidencia* se consideraron respuestas adecuadas cuando utilizan una justificación racional probabilística y consideran que el estadístico es significativo. La Tabla 5.24 muestra la clasificación correspondiente.

Tabla 5.24. Clasificación del uso de datos como evidencia

Datos como evidencia		
Adecuado	R3, R4, R5, R6, R8, R11, R12, R16	8 Respuestas (44%)
No adecuado	R1, R2, R7, R9, R10, R13, R14, R15	8 Respuestas (56%)

En la componente *lenguaje probabilístico* se consideró una respuesta adecuada, cuando la conclusión hecha expresan algún grado de incertidumbre (Tabla 5.25).

Tabla 5.25. Clasificación de lenguaje probabilístico

Lenguaje probabilístico		
Adecuado	R3, R4, R12, R14	4 Respuestas (25%)
No adecuado	R1, R2, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R13, R15, R16	12 Respuestas (75%)

Una respuesta en la componente *conocimientos* es considerada adecuada cuando la proporción o la probabilidad del género de la población es equitativa y hay una posible comparación entre la muestra y esta proporción de forma apropiada (Tabla 5.26).

Tabla 5.26. Clasificación de conocimientos

Conocimientos		
Adecuado	R4, R5, R6, R8	4 Respuestas (25%)
No adecuado	R1, R2, R3, R7, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16	12 Respuestas (75%)

Con base en estas clasificaciones de las componentes de análisis se elaboró la Tabla 5.27; en ella, se muestran las características que corresponden a cada nivel, las respuestas que caen dentro de cada nivel y las componentes adecuadas en cada inferencia hecha.

Los niveles de estas respuestas son distintos de los niveles de las respuestas del Problema 1 parte A. Siete respuestas (44%) se encuentran en un nivel Pre-estructural, dos (12%) pertenecen al nivel Uni-estructural, cuatro (25%) se consideraron Multi-estructural y tres (19%) se ubican en un nivel Relacional.

La siguiente figura es una representación grafica de los niveles de las respuestas para el Problema 1 parte B.

Tabla 5.27. Niveles de la IEI para el Problema 1 Parte B

Nivel	Características	Respuestas	%	Componente adecuada
Pre-estructural	No utiliza ninguna componente adecuadamente	R1, R2, R7, R9, R10, R13, R15	44	Ninguna
Uni-estructural	Sólo utiliza una componente adecuadamente	R14	13	Lenguaje probabilístico
		R16		Datos como evidencia
Multi-estructural	Utiliza dos o más componentes adecuadamente pero sin una integración	R12	25	Lenguaje probabilístico y datos como evidencia
		R4		Conclusión más allá de los datos, lenguaje probabilístico, datos como evidencia y conocimientos
		R8, R11		Conclusión más allá de los datos, datos como evidencia y conocimientos
Relacional	Utiliza dos o más componentes de manera integrada	R3	19	Conclusión más allá de los datos, datos como evidencia y lenguaje probabilístico
		R5, R6		Conclusión más allá de los datos, datos como evidencia y conocimientos

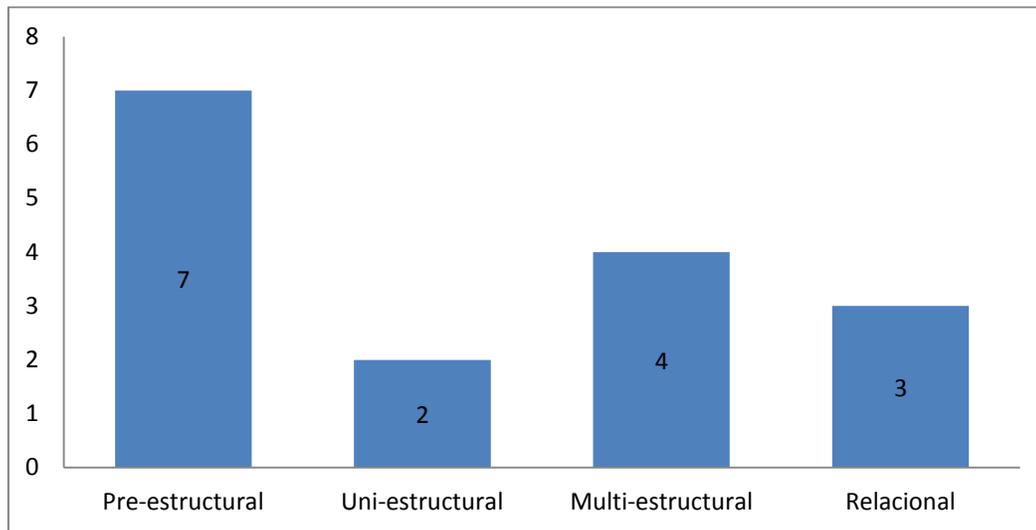


Figura 5.47. Gráfica de los niveles de las IEI

5.2.5.1. Nivel Pre-estructural

Un ejemplo de respuesta perteneciente al nivel Pre-estructural es del estudiante R1 (Tabla 5.28). Concluye que el producto no funciona, por lo tanto su conclusión no es adecuada. No utiliza *lenguaje probabilístico* en su conclusión. Considera que no hay datos estadísticos indicando la ausencia de la componente *usa datos como evidencia*. Y cree que el estadístico de 90 niñas fue coincidencia, así, la componente *conocimientos* se considera inadecuada a pesar de la existencia de la posibilidad de una coincidencia; además, no expresa una proporción del género de la población para una posible comparación.

Tabla 5.28. Ejemplo de respuesta Pre-estructural (R1)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 90 niñas nacieron por el azar ó que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
Que el producto no funciona. Porque no se presentan datos estadísticos que demuestren que el producto funciona.	No. Porque se sigue manifestando que fue al azar y no por el producto.	Las 90 niñas nacieron por el azar. Porque sigue siendo coincidencia no porque el producto en verdad funciona.

Otra respuesta catalogada como Pre-estructural corresponde al estudiante R9, y se muestra en la Tabla 5.29. En ella, se observa que la respuesta no expresa explícitamente la aceptación de la efectividad del producto Gender Choice para incrementar la posibilidad de

escoger el género del bebé, por lo que su conclusión no es adecuada, además, no expresa ningún grado de incertidumbre.

Tabla 5.29. Ejemplo de respuesta Pre-estructural (R9)

<p>a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 90 niñas nacieron por el azar ó que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?</p>
<p>Que influyen en los genes del feto. Pues ya que en un embarazo todo influye por lo cual medicamentos están prohibidos durante el embarazo. Este producto tiene que tener un activo hacia la fertilidad la cual va ligada al feto y su estructura genética.</p>	<p>No pero influye durante la gestación. Pues lo que nos menciona que de 100, 90 fueron mujeres lo cual nos indica que este influye en la genética durante la gestación.</p>	<p>Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Pues ya que este producto va dirigido a la gestación y por lo tanto influye en el feto.</p>

En la respuesta a la pregunta b, aparentemente hay una contradicción, pues R9 dice que no funciona, pero admite una posible influencia; es probable que haya determinismo en su conclusión, y por otro lado, perciba a 90% como un porcentaje imposible de ocurrir al azar.

Sus justificaciones están basadas en conocimientos informales; como que el producto Gender Choice va dirigido a la gestación e influye en el feto, por lo cual las componentes *datos como evidencia y conocimientos* no son adecuados.

Un último ejemplo de respuesta Pre-estructural (Tabla 5.30) concluye que no se puede decir nada, por lo que las componentes *más allá de los datos y lenguaje probabilístico* no son adecuadas. Sus justificaciones no usan los *datos como evidencia* y están basados en *conocimientos* informales considerados no adecuados, pues hablan de genes y que un producto no puede influir en ellos y no establecen un modelo para comparar con la muestra.

Tabla 5.30. Ejemplo de respuesta pre-estructural (R10)

<p>a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 90 niñas nacieron por el azar ó que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?</p>
<p>Nada. No podría concluir nada, ya que la probabilidad esta en los genes de la pareja mas no en determinado producto que no tiene los mismos efectos en todos los organismos.</p>	<p>No. Un producto no puede influir en los genes humanos mucho menos si no se tiene un seguimiento.</p>	<p>Las 90 niñas nacieron por el azar. Cada organismo es distinto, por lo cual al mezclar los genes en cada pareja es distinto, no depende de un producto. Podría ser coincidencia, sugestión o azar más que el uso del producto</p>

5.2.5.2. Nivel Uni-estructural

Las respuestas de R14 y R16 son las únicas que se encuentran en el nivel Uni-estructural. La respuesta de R14 se muestra en la Tabla 5.31. Ésta podría clasificarse en Nivel Pre-estructural, ya que no tiene ningún rasgo conveniente, no obstante, se ha decidido clasificarla como Uni-estructural, porque en su conclusión expresa cierto grado de incertidumbre al utilizar la palabra “Pueden”. Por lo demás, su conclusión no es adecuada, en su justificación no utiliza los *datos como evidencia*; está basada en conocimientos informales, como alterar los genes, y no hay un modelo de la distribución del género en la población, por lo que los *conocimientos* no son adecuados.

Tabla 5.31. Ejemplo de respuesta Uni-estructural (R14)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 90 niñas nacieron por el azar ó que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
Que altero los genes y pueden hacer que nazcan niños homosexuales. Pues hace que puedan nacer más niños homosexuales.	No. No creo que se pueda modificar los genes ya que si se llegan a hacer podían nacer niños homosexuales.	Las 90 niñas nacieron por el azar. Pues porque iban a nacer niñas.

La respuesta de R16 se ubicó en el nivel Uni-estructural porque la única componente adecuada que presenta es *datos como evidencia*, ya que parece usa los datos de la muestra como evidencia de una manera adecuada al mencionar “eso lo demuestra” entendiéndose que se refiere a los datos, sin embargo esta respuesta puede ubicarse en un nivel Multi-estructural si se considera su conclusión como “tal vez el producto sea efectivo”. Esta conclusión es adecuada y utiliza un lenguaje probabilístico (Tabla 5.32).

Tabla 5.32. Ejemplo de respuesta Uni-estructural (R16)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 90 niñas nacieron por el azar ó que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
----- En este caso tal vez el producto sea efectivo, y las parejas hayan usado Gender Choice correctamente.	Si. Si las 100 mismas parejas las usaron eso lo comprueba.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. El uso del producto adecuado aumento las posibilidades.

5.2.5.3. Nivel Multi-estructural

Como ejemplo de respuesta Multi-estructural se presenta la dada por R12 (Tabla 5.33), en ella concluye que el producto no funciona por lo cual no se considera adecuada, pero sí expresa algún grado de incertidumbre con la frase “puede que sí”, esta expresión significa un *lenguaje probabilístico* adecuado. Se considera adecuada la componente *usa datos como evidencia* porque compara los datos de la muestra con su modelo de referencia (proporción de hombres y mujeres) y juzga el valor 90 como una cantidad que está dentro de su modelo. Sin embargo, este modelo es inapropiado por lo que su componente *conocimientos* no es adecuada. No es de nivel relacional debido a la falta de relación entre la probabilidad de nacer niña y los datos para juzgar que no funciona el producto.

Tabla 5.33. Ejemplo de respuesta Multi-estructural

<p>a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 90 niñas nacieron por el azar ó que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?</p>
<p>Puede que sí, pero si lo piensas bien no. Las probabilidades son de 4, 3 son mujeres y 1 hombre, aunque hay veces que son 2 y 2.</p>	<p>No.</p>	<p>Las 90 niñas nacieron por el azar. Es más probable que nazcan más niñas siempre.</p>

La respuesta mostrada en la Tabla 5.34 corresponde al estudiante R4, y es considerada Multi-estructural, pues cumple con cuatro componentes: responde que el producto Gender Choice puede ser efectivo modulado por un “tal vez”, haciendo su conclusión y *lenguaje probabilístico* adecuados. Sin embargo, su argumentación no es válida, pues la efectividad del producto la apoya con el resultado más de 50% niñas. De lo anterior, se puede inferir que el estudiante considera como igualmente posible tener niña o niño’, es decir, utiliza *conocimientos* ciertos. No alcanza el nivel Relacional, porque su argumento para aceptar la hipótesis del funcionamiento del producto (más de 50% de éxitos) no se relaciona de una manera adecuada con los datos de la muestra.

Tabla 5.34. Ejemplo de respuesta Multi-estructural (R4)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 90 niñas nacieron por el azar ó que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
Que el producto tal vez si puede llegar hacer muy efectivo. Por que más del 50% obtuvieron una niña.	Si. Fue más eficaz esta vez.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Porque se está presentando que el producto si es más eficaz.

5.2.5.4. Nivel Relacional

R3 es un ejemplo de respuesta ubicada en el nivel Relacional y se presenta en la Tabla 5.35. Concluye que el producto Gender Choice si funciona y expresa cierto grado de incertidumbre al considerar al valor 100% como no confiable, usa los datos como evidencia y argumenta que el producto aumento 10% respecto a su modelo de la población. Esta respuesta se ubica en Relacional y no Multi-estructural, porque considera una diferencia significativa adecuada entre su modelo de referencia y la muestra, esto se reafirma con la Tabla 5.69, no presenta creencias subjetivas y tiene una conclusión adecuada, estas características muestran una buena relación entre las componentes.

Tabla 5.35. Ejemplo de respuesta Relacional (R3)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 90 niñas nacieron por el azar ó que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
Que si funciona, aunque no es 100% confiable. Si de 100 parejas solo 90 tuvieron niña quiere decir que es 90 % de probabilidades de acertar.	Si. Porque la estadística que conozco es del 80% mujeres 20% hombres por lo tanto aumento el porcentaje de obtener niña.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Porque aumento un 10% la probabilidad de tener niña.

Un último ejemplo de respuesta Relacional es la que se presenta en la Tabla 5.36 y pertenece a R6. Tiene una conclusión adecuada. Utiliza *lenguaje probabilístico* porque dice

“existen más probabilidades que por el uso de Gender Choice hayan tenido niñas”, utiliza los datos de la muestra como evidencia constantemente.

Esta respuesta, a diferencia de las Multi-estructurales hace referencia a los datos en todas sus justificaciones, sin ninguna creencia subjetiva y juzga que es un resultado alto; además, presenta un buen juicio para establecer un estadístico significativo (ver Tabla 5.69).

Tabla 5.36. Ejemplo de respuesta Relacional (R6)

a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? que las 90 niñas nacieron por el azar ó que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice ¿Por qué?
Que el producto es efectivo. Porque es un porcentaje muy alto y existen más probabilidades que por el uso de Gender Choice hayan tenido niñas.	Si. Por las pruebas realizadas y por el resultado fue exitoso.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Por el porcentaje obtenido en el experimento.

En resumen, alrededor de seis estudiantes (38%) hicieron una inferencia adecuada, siete estudiantes (44%) usaron datos adecuadamente, 4 (25%) emplearon lenguaje probabilístico y también cuatro integraron conocimientos apropiados (tablas 5.23 - 5.26). Además, 44% (7) de los estudiantes se ubican en el nivel Pre-estructural y 25% (4) en Multi-estructural (Tabla 5.27). Estos datos indican que los estudiantes tienen carencias en las cuatro componentes y es necesario mejorarlas y así hacer inferencias estadísticas informales adecuadas.

5.3. Problema 2 parte A

5.3.1. Más allá de los datos

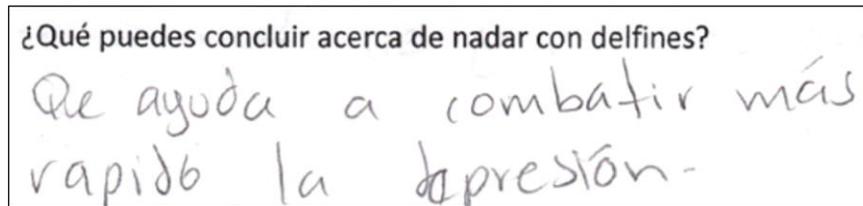
La Tabla 5.37 muestra la clasificación de las respuestas expresadas por los estudiantes. Trece estudiantes (81%) obtienen una conclusión que va *más allá de los datos* de la muestra y estas conclusiones a su vez se han clasificado en dos grupos: en un grupo, las conclusiones apoyan la hipótesis de que la terapia con delfín si funciona o sirve, y en el otro grupo aseguran poca efectividad a la terapia con delfín. Tres estudiantes (19%) obtienen una conclusión considerada como *no va más allá de los datos* y también se han clasificado en dos categorías; poca efectividad y alta efectividad.

Tabla 5.37. Clasificación de las conclusiones

Respuesta	Clasificación de las respuestas	Estudiantes
Va más allá de los datos 13 (81%) respuestas	Si funciona	R3, R4, R6, R7, R8, R9, R10, R12, R13, R14, R16
	Poca efectividad	R5, R15
No va más allá de los datos 3 (19%) respuestas	Poca diferencia	R11
	Alta efectividad	R1, R2

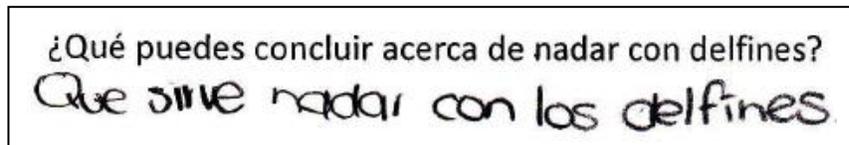
5.3.1.1. Va más allá de los datos

Si funciona. Once (69%) de las trece respuestas consideradas como *más allá de los datos* afirman que el tratamiento con delfines sí funciona o ayuda a tratar la depresión. La conclusión de R3 (Figura 5.48) pertenece a esta categoría. R8 es otro ejemplo, donde la conclusión está en la categoría “si funciona” y se muestra en la Figura 5.49.



¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines?
Que ayuda a combatir más rapido la depresión.

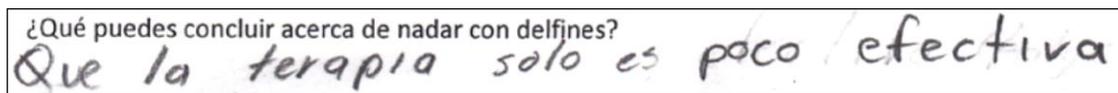
Figura 5.48. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos (R3)



¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines?
Que sirve nadar con los delfines.

Figura 5.49. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos (R8)

Poca efectividad. Un ejemplo de respuesta ubicada en la categoría poca efectividad es la hecha por R5 (Figura 7.50).



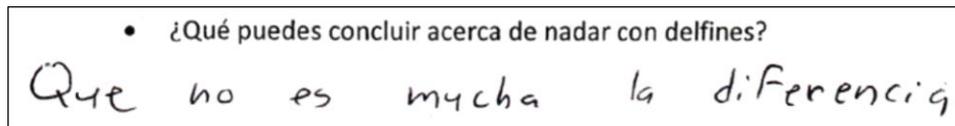
¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines?
Que la terapia solo es poco efectiva.

Figura 5.50. Ejemplo de conclusión que va más allá de los datos (R5)

5.3.1.2. No va más allá de los datos

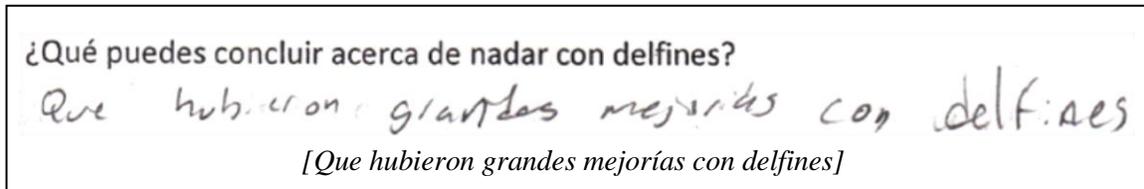
Las respuestas se consideraron como *no van más allá de los datos* cuando hacen referencia a los resultados obtenidos en la muestra y no sobre la población en general; por ejemplo, la conclusión de R11 se muestra en la Figura 5.51 dice no haber mucha diferencia,

refiriéndose a los resultados de la muestra; Mientras R2 concluye que hubo grandes mejorías y hace referencia a los resultados de la muestra y no sobre la población.



• ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines?
Que no es mucha la diferencia

Figura 5.51. Ejemplo de conclusión que no va más allá de los datos (R11)



¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines?
Que hubieron grandes mejorías con delfines
[Que hubieron grandes mejorías con delfines]

Figura 5.52. Ejemplo de conclusión que no va más allá de los datos (R2)

Obtener una conclusión *más allá de los datos*, parece no causar mucha dificultad, pues 13 estudiantes (81%) obtienen este tipo de conclusiones (Tabla 5.37). El decidir si aceptar o rechazar la hipótesis de la efectividad de los delfines para tratar la depresión parece generar menor dificultad para este problema, pues 11 (69%) aceptaron el funcionamiento (Tabla 5.37).

5.3.2. Datos como evidencia

La Tabla 5.38 contiene las distintas justificaciones hechas por los estudiantes para sustentar sus inferencias.

Para este problema se puede observar muchas respuestas que no utilizan los datos de la muestra como evidencia en ninguna de sus justificaciones (R7, R9, R10, R12, R13, R15 y R16) y pocas respuestas utilizan los datos como evidencia en todas sus justificaciones (R6, R8 y R11).

Más adelante se muestran ejemplos de estas justificaciones. Estudiantes como R3 y R5 justifican usando los datos como evidencia pero también utilizan sus *conocimientos informales*, y R1 utiliza los datos pero, con justificaciones *deterministas* y *descriptivas*.

Tabla 5.38. Clasificación de las justificaciones

Estudiante	Justificación			
	Usa los datos como evidencia			No los usa
	Racional probabilística	Determinista	Descriptiva	Subjetiva
R1		X	X	
R2			X	X
R3	X			X
R4			X	X
R5	X			X
R6	X			
R7				X
R8	X			
R9				X
R10				X
R11	X			
R12				X
R13				X
R14			X	X
R15				X
R16				X
	23%	5%	18%	54%

A continuación, se muestra ejemplos de los distintos tipos de justificaciones escritas por los estudiantes.

5.3.2.1. Usa datos como evidencia

Racional probabilística. Dentro de las justificaciones consideradas *racional probabilística*, se diferenciaron tres tipos distintos de argumentación. La justificación de R3 se muestra en la Figura 5.53. En esta justificación, se infiere que compara los resultados favorables en el grupo con delfín y en el grupo sin delfín, y observa una mayor cantidad de pacientes con mejorías en el tratamiento con delfines.

¿Por qué? Explica.
Supongo, que este metodo si funciona ya que mejoraron más personas con la terapia con delfines.

Figura 5.53. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R3)

R5 utiliza otro tipo de argumento (Figura 5.54), parece comparar los resultados totales de las personas que mejoraron y las que no mejoraron, después argumenta que más pacientes no mejoraron.

¿Por qué? Explica.
Mayor numero de pacientes no mejoraron

Figura 5.54. Ejemplo de justificación que usa los datos como evidencia (R5)

Determinista. Solamente una justificación se consideró *determinista* y pertenece a R1, en ella se explica que si los 15 pacientes mejoraran sí creería que la terapia con delfines funciona (Figura 5.55).

¿Por qué? Explica.
Por que la estadística muestra que solo fueron 8 personas de los 15 de haber sido los 15 personas seria mas posible que si lo crea.

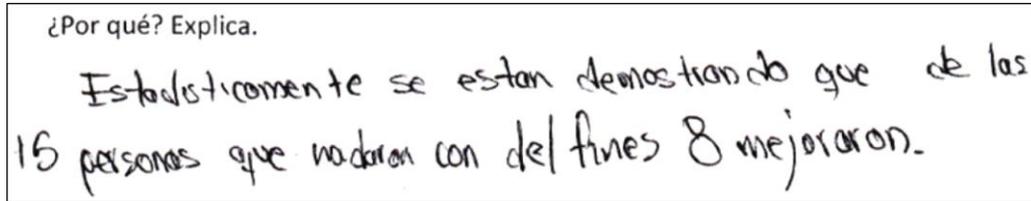
Figura 5.55. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R1)

Descriptiva. Las justificaciones donde solamente se mencionan los datos de la tabla o la gráfica sin dar una argumentación específica, se consideraron como *justificaciones descriptivas*. Un ejemplo de este tipo justificación corresponde con R4 y se muestra en la Figura 5.56. En ella no se da argumentación específica para justificar la inferencia, sólo hace alusión a las estadísticas y resultados de la muestra.

¿Por qué? Explica.
En las estadísticas y los resultados lo demuestran.

Figura 5.56. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R4)

Otro ejemplo de justificación *descriptiva* es la que se muestra en la Figura 5.57 donde sólo menciona la cantidad de personas que mejoraron en el grupo con delfín y las que pertenecen a este grupo sin argumentar la relación de estos valores con la conclusión obtenida.



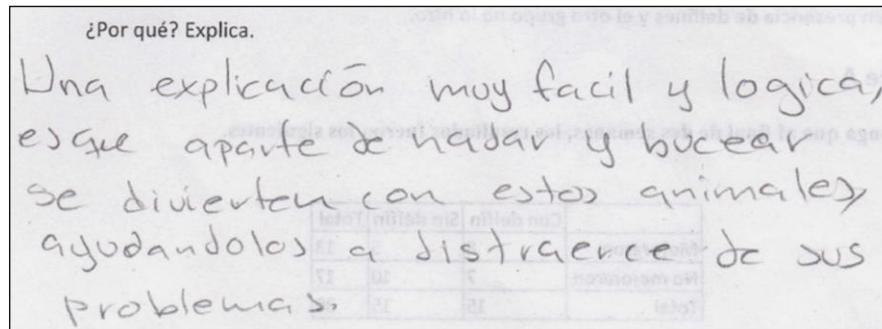
¿Por qué? Explica.

Estadísticamente se están demostrando que de las 15 personas que nadaron con delfines 8 mejoraron.

Figura 5.57. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R1)

5.3.2.2. No usa datos como evidencia

Muchas justificaciones utilizan *creencias subjetivas* o *conocimientos informales*, por ejemplo R3 (Figura 5.58) argumenta que los pacientes se divierten con los delfines y ayuda a distraerse. Por su parte, R7 explica que el funcionamiento se debe a la amabilidad de los delfines y nadar con ellos ayuda a salir de la depresión (Figura 5.59).

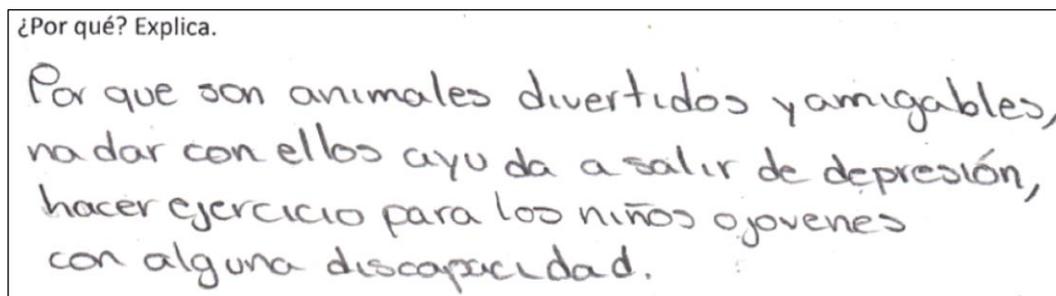


¿Por qué? Explica.

Una explicación muy fácil y lógica, es que aparte de nadar y bucear se divierten con estos animales ayudándolos a distraerse de sus problemas.

Figura 5.58. Justificación que no usa datos como evidencia (R3)

Otro ejemplo pertenece a R12 y se muestra en la Figura 5.60. Este estudiante argumenta que científicamente los delfines son terapéuticos, es decir, considera la terapia con delfines como ya demostrada científicamente, por lo que se basa en los datos como evidencia.



¿Por qué? Explica.

Por que son animales divertidos y amigables, nadar con ellos ayuda a salir de depresión, hacer ejercicio para los niños o jóvenes con alguna discapacidad.

Figura 5.59. Ejemplo de conclusión que no usa datos como evidencia (R7)

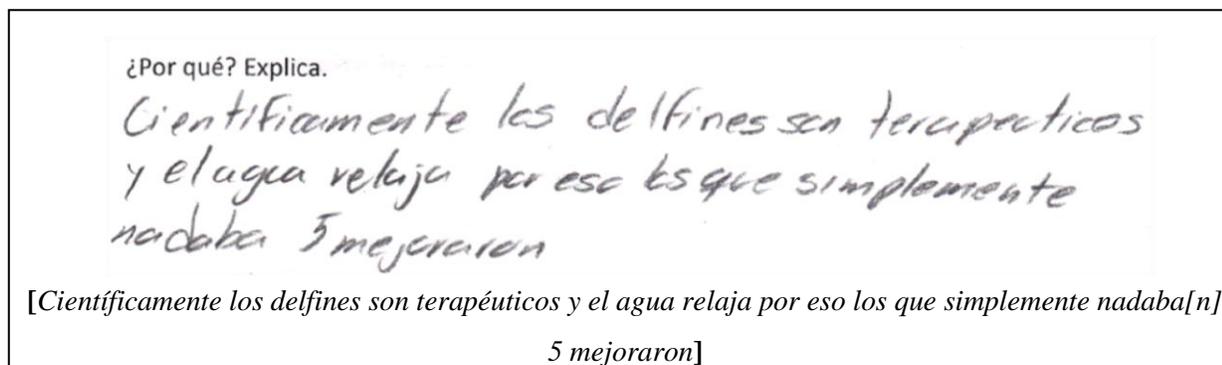


Figura 5.60. Ejemplo de justificación que no usa datos como evidencia (R12)

En la Tabla 5.38 se observa que 54% de justificaciones son del tipo *creencias subjetivas* y no consideran los datos del problema y 23% de respuestas pertenecen al tipo *racional probabilístico* que es el tipo de respuesta más avanzada. Nueve estudiantes (56%) utilizan los datos de la muestra como evidencia en al menos una de sus justificaciones, Siete (44%) utilizan conocimientos informales en todas sus justificaciones y 12 (75%) los utilizan en al menos una de sus justificaciones (Tabla 5.38).

Finalmente, el hecho de que las justificaciones de un mismo estudiante se clasifiquen en diversos tipos de respuesta, indica la dificultad de alcanzar un nivel de razonamiento que evite las creencias subjetivas y se atenga solamente a los datos.

5.3.3. Lenguaje probabilístico

La Tabla 5.39 resume el lenguaje utilizado en las conclusiones obtenidas por los estudiantes. Se puede observar a 15 estudiantes (94%) utilizando un *lenguaje determinista*, es decir, sus conclusiones no expresan ningún grado de incertidumbre, mientras que solamente un estudiante (6%) utiliza un *lenguaje probabilístico* del tipo *no numérico*.

Tabla 5.39. Lenguaje utilizado en las conclusiones

Lenguaje	Categorías	Respuesta	Cantidad
Probabilístico	No numérico	R15	1 (6%) estudiantes
Determinista		R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R16	15 (94%) estudiantes

5.3.3.1. Uso de lenguaje probabilístico

La única respuesta que utiliza un *lenguaje probabilístico* se muestra en la Figura 5.61, la conclusión expresa cierto grado de incertidumbre debido al uso de la frase “puede ser”.

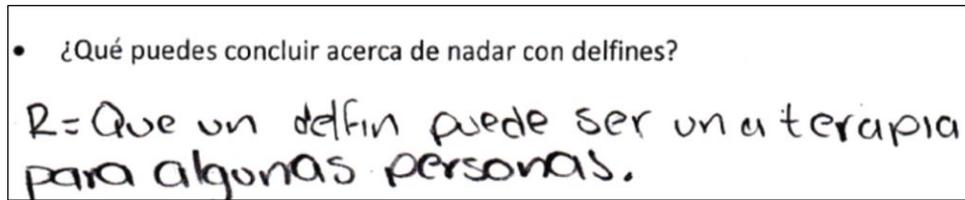


Figura 5.61. Ejemplo de conclusión que usa lenguaje probabilístico (R15)

5.3.3.2. Lenguaje determinista

Muchas respuestas no expresan algún grado de incertidumbre debido posiblemente al papel importante del conocimiento informal pues los utilizan mucho. Un ejemplo de conclusión que utiliza un *lenguaje determinista* es la mostrada en la Figura 5.62 y pertenece a R4, en ella afirma que la terapia si funciona, pero no expresa algún grado de incertidumbre en su conclusión o la posibilidad de algún error en su conclusión.

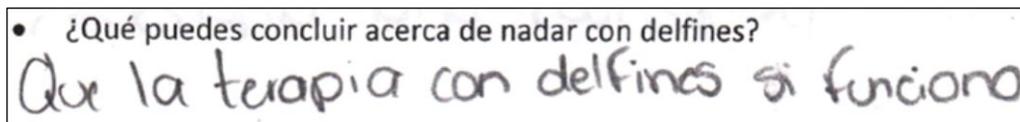


Figura 5.62. Ejemplo de conclusión que usa lenguaje determinista (R4)

Otro tipo de conclusión ubicado en *lenguaje determinista* es el ejemplo de R9, el cual afirma que la terapia influye, pero no expresa ningún grado de incertidumbre (Figura 5.63).

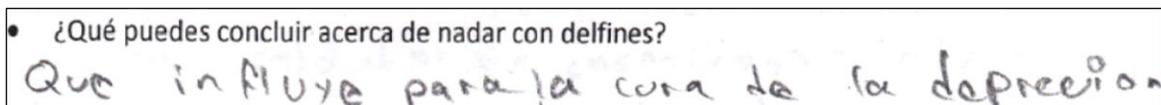


Figura 5.63. Ejemplo de conclusión que usa lenguaje determinista (R9)

En la Figura 5.64 se muestra la conclusión de R5, no expresa algún grado de incertidumbre en su respuesta.

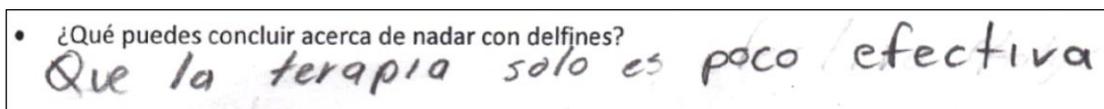


Figura 5.64. Ejemplo de conclusión con lenguaje determinista (R5)

Solamente un estudiante (6%) utilizó un *lenguaje probabilístico* (Tabla 5.39) y lo hizo de forma cualitativa y clara. Este resultado representa una gran dificultad y carencia por parte de esta componente dentro de la IEI de los estudiantes. Es posible que las creencias subjetivas,

junto con los datos favorables influyan en la percepción de los estudiantes sobre la veracidad absoluta de sus inferencias provocando la ausencia de incertidumbre en éstas.

5.3.4. Conocimientos

El tipo de conocimientos utilizados por los estudiantes para este problema se muestran en la Tabla 5.40. Se puede observar una variación respecto a los utilizados para el Problema 1. Los conocimientos informales son creencias o teorías del funcionamiento de la terapia con el delfín y los conocimientos formales se refieren cuando expresan porcentajes o proporciones.

Tabla 5.40. Conocimientos usados para hacer las inferencias

Conocimientos utilizados	
Formal	Porcentajes, proporción.
Informal	teoría o creencia subjetiva

5.3.4.1. Conocimientos formales

Ejemplos de estos conocimientos son los mostrados en las figuras 5.54, 5.55 y 5.56, respectivamente, de la sección 5.3.2.1. Las justificaciones hablan de que la mayoría mejoró, aunque no expresan los porcentajes se considera como *conocimientos formales*, la justificación de R8 también cumple estas características y se muestra en la Figura 5.65; afirma que mas porcentaje mejoraron con delfines, pero no expresa los valores de estos porcentajes.

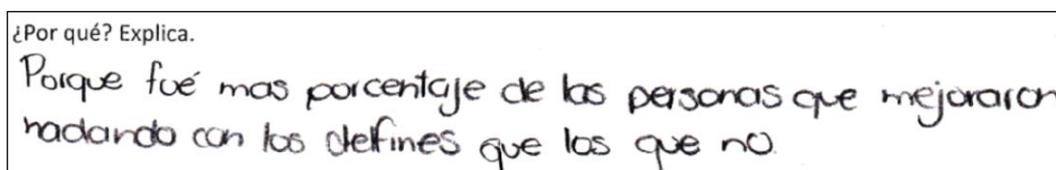


Figura 5.65. Ejemplo de conocimientos formal utilizado (R8)

5.3.4.2. Conocimientos informales

Los *conocimientos informales* utilizados por los estudiantes hacen referencia al posible funcionamiento de los delfines en la terapia, o a conocimientos anteriores sobre la prueba científica de la terapia con delfines, es decir, no se usan los datos como evidencia. Algunos ejemplos de estos conocimientos se muestran en las figuras 5.58, 5.59 y 5.60; corresponden a los estudiantes R3, R7 y R12, respectivamente. Otros dos ejemplos se muestran en las figuras 5.66 y 5.67, y pertenecen a R5 y R14, respectivamente. R5 crea una “teoría” donde explica

que tal vez la terapia produzca una sustancia en el cuerpo que ayude a reducir la depresión, mientras que R14 simplemente afirma que la terapia es relajante.

¿Por qué? Explica.
 tal vez nadar c/ellos produzca una sustancia en el cuerpo q ayude a reducir la depresion

Figura 5.66. Ejemplo de conocimiento informal utilizado (R5)

¿Por qué? Explica.
 que es una terapia relajante.

Figura 5.67. Ejemplo de conocimiento informal utilizado (R14)

La mayoría de las respuestas de los estudiantes indican que estos no tenían un modelo de referencia y consideraban que si el porcentaje es mayor a 50% entonces la terapia era efectiva, sin importar los resultados del grupo de control.

Los conocimientos informales influyeron de gran manera, ya que 12 respuestas hacen alusión a este tipo de conocimiento (Tabla 5.38), la mayoría tratan de explicar cómo funciona la terapia.

5.3.5. Modelo SOLO

A continuación, se presentan las respuestas que contienen componentes adecuadas para evaluar mediante el modelo SOLO y establecer una jerarquía en las respuestas.

La componente *más allá de los datos* se consideró adecuada cuando la inferencia rechaza la hipótesis de que la terapia con delfín es mejor que la terapia sin delfín para curar la depresión (Tabla 5.41). Ninguna respuesta presenta esta componente como adecuada.

Tabla 5.41. Clasificación de la conclusión

Más allá de los datos	
Adecuado	0 Respuestas
No adecuado	16 Respuestas

En la componente *datos como evidencia* se consideraron respuestas adecuadas cuando utilizan los datos como evidencia y argumentan con base en ella para rechazar o aceptar que la terapia con delfín es mejor (Tabla 5.42).

Tabla 5.42. Clasificación del uso de datos como evidencia

Datos como evidencia		
Adecuado	R1, R3, R5, R6, R8, R11	6 Respuestas (38%)
No adecuado	R2, R4, R7, R9, R10, R12, R13, R14, R15, R16	10 Respuestas (62%)

En la componente *lenguaje probabilístico* se consideró una respuesta adecuada cuando la conclusión hecha expresa algún grado de incertidumbre (Tabla 5.43).

Tabla 5.43. Clasificación de lenguaje probabilístico

Lenguaje probabilístico		
Adecuado	R15	1 Respuesta (6%)
No adecuado	Restantes	15 Respuestas (94%)

Una respuesta en la componente *conocimientos* es considerada adecuada cuando hacen una comparación entre los dos grupos de terapia (Tabla 5.44).

Tabla 5.44. Clasificación de conocimientos

Conocimientos utilizados		
Adecuado	R3, R8, R11	3 Respuesta (19%)
No adecuado	R1, R2, R4, R5, R6, R7, R9, R10, R12, R13, R14, R15, R16	13 Respuestas (81%)

La Tabla 5.45 muestra los niveles de las respuestas de los estudiantes y las componentes adecuadas presentes en las inferencias informales.

Nueve respuestas (56%) se ubican en un nivel Pre-estructural, cuatro respuestas (25%) se ubican en el nivel Uni-estructural, mientras que dos se consideraron en un nivel Multi-estructural y solamente una respuesta se ubicó en el nivel Relacional.

Tabla 5.45. Niveles de la IEI para el Problema 2 Parte A

Nivel	Características	Respuestas	%	Componente adecuada
Pre-estructural	No utiliza ninguna componente adecuadamente	R2, R4, R7, R9, R10 R12, R13, R14, R16	56	Ninguna
Uni-estructural	Utiliza solamente una componente adecuada	R1, R5, R6	25	Datos como evidencia
		R15		Lenguaje probabilístico
Multi-estructural	Utiliza dos o más componentes adecuadamente pero sin una integración	R3, R8	12	Datos como evidencia y conocimientos
Relacional	Utiliza dos o más componentes de manera integrada	R11	6	Datos como evidencia y conocimientos

La figura 5.68 es una representación gráfica de los niveles que muestran las respuestas de los estudiantes en este problema (Problema 2 parte A).

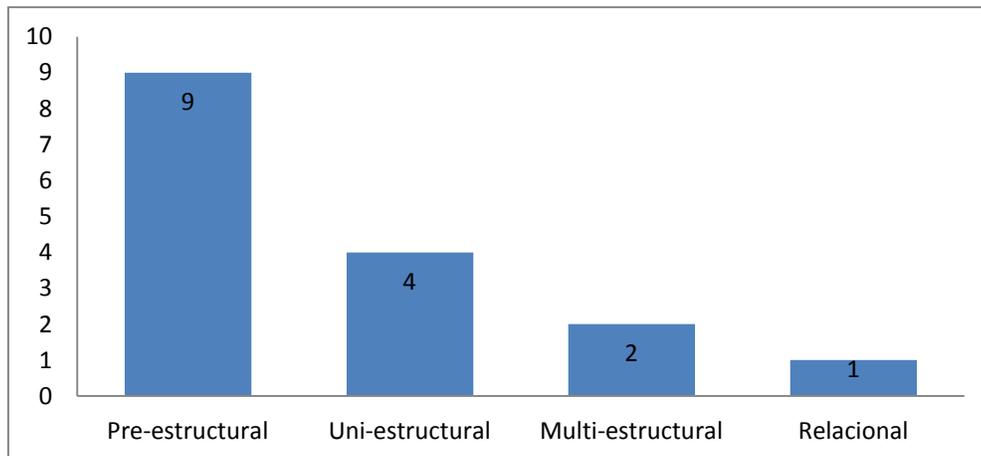


Figura 5.68. Gráfica de los niveles de la IEI

A continuación, se muestran ejemplos de respuestas y sus niveles, y se explica la razón por la cual se ubican en dichos niveles.

5.3.5.1. Nivel Pre-estructural

Un ejemplo de respuesta Pre-estructural se presenta en la Tabla 5.46. Esta respuesta pertenece a R7 y se ha considerado en este nivel porque tiene una conclusión no adecuada y no expresa ningún grado de incertidumbre en ella, no usa los datos como evidencia y utiliza

solamente conocimientos informales o creencias subjetivas acerca de los delfines y su funcionamiento en la terapia, además parece no entender la pregunta c).

Tabla 5.46. Ejemplo de respuesta Pre-estructural (R7)

<p>a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué tan posible es que 8 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?</p>
<p>Terapia que funciona en la depresión o relajación. Porque son animales divertidos y amigables, nadar con ellos ayuda a salir de depresión, hacer ejercicio para los niños o jóvenes con alguna discapacidad.</p>	<p>Si. Porque te ayudan a relajarte, son muy juguetones y amigables.</p>	<p>8/13. Porque nadar con delfines es más divertido y dinámico, te entretienen y son cariñosos.</p>

Otro ejemplo de respuesta ubicada en el nivel Pre-estructural es la del estudiante R9 y se muestra en la Tabla 5.47, infiere erróneamente que sí influye para la cura de la depresión y su afirmación no utiliza un lenguaje probabilístico; en ninguna justificación usa los datos como evidencia al igual que R7.

Tabla 5.47. Ejemplo de respuesta Pre-estructural (R9)

<p>a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué tan posible es que 8 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?</p>
<p>Que influye para la cura de la depresión. Pues ya que puede ser debido a que sirvió como una distracción de sus problemas etc. Y sin delfín solo es un nado simple lo cual no los distrae de su mentalidad depresiva.</p>	<p>Pues sirven como distracción. Pues ya que la mente puede desviarse o "desconectarse" de los problemas en base de una distracción agradable.</p>	<p>Pues ya que su mente no estaba sugestionada o su depresión no es de un grado alto. Pues ya que el azar existe pero en la mente todo influye desde problemas hasta experimentos agradables como lo es este caso.</p>

5.3.5.2. Nivel Uni-estructural

R5 presenta una respuesta catalogada como Uni-estructural (Figura 5.48), debido a que se consideró que sólo es adecuada la componente *uso de datos como evidencia*; el estudiante infiere que la terapia es poca efectiva y no expresa ningún grado de incertidumbre y argumenta que la mayoría de pacientes no mejoraron para justificar su inferencia. Hace una comparación entre los resultados totales y no compara la proporción de éxitos de cada uno de los dos grupos de prueba, por lo que la componente *conocimientos* es inapropiada.

Tabla 5.48. Ejemplo de respuesta Uni-estructural (R5)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 8 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
Que la terapia solo es poca efectiva. Mayor número de pacientes no mejoraron.	Si. Tal vez nadar con ellos produzca una sustancia en el cuerpo que ayude a reducir la depresión.	8/13 pacientes mejoraron. Por el azar.

Otro ejemplo de Respuestas Uni-estructural se presenta en la Tabla 5.49, y corresponde a R15. En esta respuesta, la única componente adecuada es *lenguaje probabilístico*. Concluye expresando cierto grado de incertidumbre al utilizar la palabra “puede”, pero no utiliza los datos de la muestra como evidencia para justificar su inferencia, sólo se apoya en conocimientos informales en todas sus justificaciones.

Tabla 5.49. Ejemplo de respuesta Uni-estructural (R15)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 8 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
Que un delfín puede ser una terapia para algunas personas. Puedo suponer que nadar con un delfín es divertido y una distracción por lo tanto puede ayudar a una persona con depresión.	Si. Pues es un relajante el hecho de estar en el agua y es una forma de distraerse y olvidarse de sus problemas.	No. También puede ser debido a la forma de pensar de cada persona y las ganas que tengan que salir de la depresión.

5.3.5.3. Nivel Multi-estructural

Las dos respuestas ubicadas en el nivel Multi-estructural contienen las mismas dos componentes adecuadas. R3 (Tabla 5.50) concluye que ayuda a combatir más rápido la depresión y no expresa ningún grado de incertidumbre, usa los datos como evidencia y argumenta que mejoraron más personas con la terapia con delfines. El comparar los dos grupos de estudio, hace que la componente *conocimientos* sea adecuada; además la pregunta c) le hace pensar en la posibilidad de que sea probable que los delfines no sean la causa, pero su justificación se basa en conocimientos informales.

Tabla 5.50. Ejemplo de respuesta Multi-estructural (R3)

<p>a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué tan posible es que 8 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?</p>
<p>Que ayuda a combatir más rápido la depresión. Supongo que este método si funciona ya que mejoraron más personas con la terapia con delfines.</p>	<p>Si. Una justificación muy fácil y lógica es que aparte de nadar y bucear se divierten con estos animales, ayudándolos a distraerse de sus problemas.</p>	<p>Supongo que es muy probable. Puede ser que solo dependía de las personas y su forma de ser.</p>

La otra respuesta Multi-estructural se muestra en la Tabla 5.51. En ella hace una inferencia inadecuada y no expresa ningún grado de incertidumbre, utiliza los datos de la muestra para justificar su inferencia y lo hace comparando el grupo con delfín y sin delfín, argumentando que más porcentaje mejoraron nadando con delfines, por lo que las componentes *datos como evidencia y conocimientos* se consideran adecuadas. Sin embargo, su juicio para aceptar la terapia con delfines como efectiva (comparación) no es adecuado, ya que sólo se concentra en el porcentaje mayoritario y no en una diferencia de porcentajes o proporciones. Aunque no entiende cabalmente la pregunta c) estima que 8 de 13 es poco posible, es decir, quizá quiere decir que es poco significativo.

Tabla 5.51. Ejemplo de respuesta Multi-estructural (R8)

<p>a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?</p>	<p>b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?</p>	<p>c) ¿Qué tan posible es que 8 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?</p>
<p>Que sirve nadar con delfines. Porque fue más porcentaje de las personas que mejoraron nadando con los delfines que los que no.</p>	<p>Si Porque las estadísticas lo marcan.</p>	<p>Pues poco. Porque apenas rebasa el 50% de probabilidad.</p>

5.3.5.4. Nivel Relacional

La única respuesta clasificada como Relacional, pertenece al estudiante R11 y se presenta en la Tabla 5.52. A pesar de que la conclusión hecha no es adecuada y no expresa algún grado de incertidumbre, su justificación muestra signos de que relaciona bien los datos de la muestra con la diferencia de los dos grupos de prueba, y expresa adecuadamente que con los datos de la muestra no se puede llegar a decidir si la terapia con delfines es mejor. Esto es

una integración y relación adecuada de las componentes *datos como evidencia* y *conocimientos*.

Tabla 5.52. Respuesta Relacional (R11)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 8 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
Que no es mucha la diferencia. Porque la diferencia de estadísticas de una entre otra no es mucha por lo que no se puede llegar a una solución verídica.	Tal vez. Porque falta hacer más pruebas y experimentos por que inclusive pueden recaer.	50%. Porque a mí no me quita la depresión yo voy a la playa privada de Eden a nadar con delfines.

En este problema, ningún estudiante obtuvo una conclusión adecuada, seis estudiantes (38%) usaron datos adecuadamente, uno (8%) empleó *lenguaje probabilístico* y tres (19%) integraron *conocimientos* apropiados (Tablas 5.41 - 5.44). Además, 56% (7) de los estudiantes se ubican en el nivel Pre-estructural y 25% (4) en Uni-estructural (ver Tabla 5.45). Estos resultados indican que los estudiantes presentan carencias en las cuatro componentes, y es necesario buscar la forma de mejorarlas y así hacer inferencias estadísticas informales adecuadas.

5.4. Problema 2 parte B

5.4.1. Más allá de los datos

La Tabla 5.53 muestra la clasificación general de las respuestas hechas por los estudiantes. En este problema, todas las respuestas emiten el mismo tipo de conclusión; la terapia sí funciona o sí es efectiva. Solamente un estudiante (6%) no hizo conclusión *más allá de los datos* y 15 estudiantes (94%) sí lo hicieron.

Tabla 5.53. Clasificación de las conclusiones

Respuesta	Clasificación de las respuestas	Estudiante
Va más allá de los datos 15 (94%) respuestas	Si funciona	R1, R2, R3, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16
No va más allá de los datos. 1 (6%) respuesta	Funcionó	R4

5.4.1.1. Va más allá de los datos

Las conclusiones que van *más allá de los datos* para este problema son similares a las conclusiones hechas en el Problema 2, Parte A. Se muestran dos ejemplos que pertenecen a R11 y R16 (Figuras 5.69 y 5.70). R16 concluye que la terapia con delfines quita la depresión en los pacientes y R5 asegura ser un buen tratamiento.

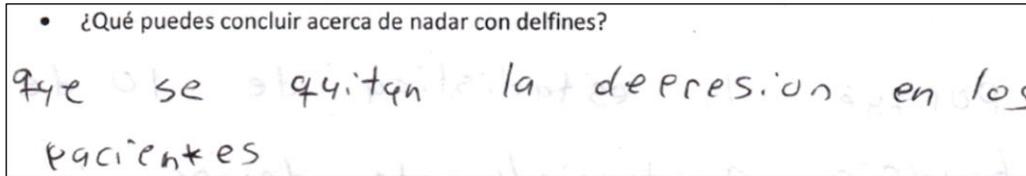


Figura 5.69. Ejemplo de respuesta que va más allá de los datos (R11)

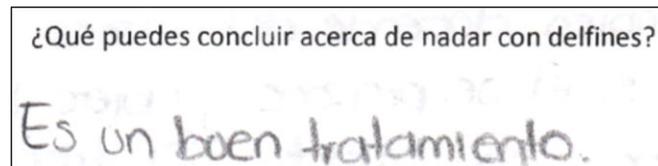


Figura 5.70. Ejemplo de respuesta que va más allá de los datos (R16)

5.4.1.2. No va más allá de los datos

La única con conclusión que *no va más allá de los datos* de la muestra es la de R4 y se ubicó en esta clasificación porque hace referencia a la efectividad de la terapia con delfines en los pacientes de la muestra y no habla acerca de la población al decir "si ayudó" (Figura 5.71).

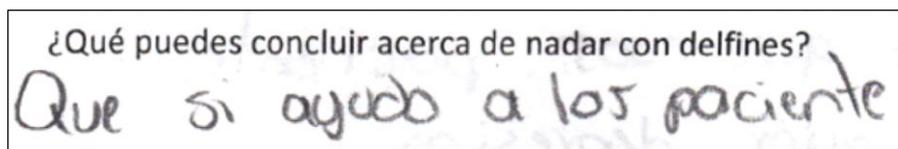


Figura 5.71. Conclusión que no va más allá de los datos

En este problema, no hubo dificultad en obtener una conclusión *más allá de los datos* ya que 15 estudiantes (94%) obtienen este tipo de conclusiones (Tabla 5.53).

A diferencia de los problemas anteriores, aquí todos juzgan la aceptación o rechazo de la hipótesis de que los delfines son más efectivos para tratar la depresión. Este resultado indica que no hay dificultad en esta componente y probablemente se deba al contexto del problema.

5.4.2. Datos como evidencia

La Tabla 5.54 muestra la clasificación de las respuestas dadas por los estudiantes para justificar las conclusiones.

Tabla 5.54. Clasificación de las justificaciones

Estudiante	Justificación		
	Usa los datos como evidencia		No los usa
	Racional probabilística	Descriptiva	Subjetiva
R1	X		X
R2			X
R3	X		X
R4		X	
R5	X		X
R6	X		
R7			X
R8	X		
R9			X
R10			X
R11	X		
R12			X
R13			X
R14		X	X
R15			X
R16			X
	30%	10%	60%

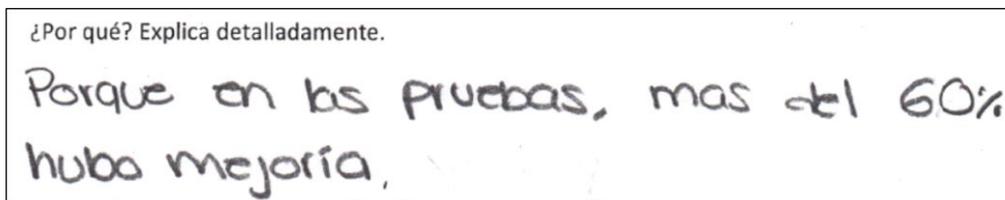
Cuatro estudiantes (R4, R6, R8 y R11) usan los datos como evidencia en todas sus justificaciones, ocho (R7, R9, R10, R12, R13, R15 y R16) no mencionan los datos de la muestra en las afirmaciones de sus conclusiones; se basan en conocimientos informales o creencias subjetivas.

Algunos estudiantes como R1, R3, R5 y R14 utilizan los datos para explicar y justificar las conclusiones, pero en una segunda justificación se basan en argumentos subjetivos.

5.4.2.1. Usa datos como evidencia

Dentro de las justificaciones basadas en los datos de la muestra como evidencia se encontraron dos tipos de argumentos; uno es fijarse en el grupo de pacientes que nadaron con delfín y ver la proporción o porcentaje de éxitos, y decidir con base en eso, y el otro argumento es comparar el porcentaje de éxitos entre el grupo con delfín y el grupo sin delfín y establecer un juicio.

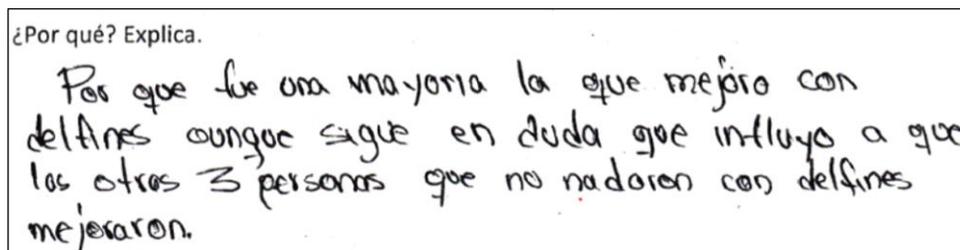
R6 sólo se fijó en el porcentaje de pacientes que mejoraron en el grupo con delfín y parece que considera que el porcentaje es alto, lo cual es un argumento convincente para él (Figura 5.72).



¿Por qué? Explica detalladamente.
Porque en las pruebas, mas del 60% hubo mejoría.

Figura 5.72. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R6)

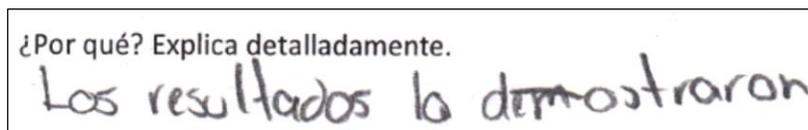
Una justificación de R1 se muestra en la Figura 5.73. Explica que una mayoría de pacientes mejoraron en el grupo con delfín, pero expresa su duda sobre tres pacientes que mejoraron en el grupo sin delfín por lo cual puede considerarse que comparó los grupos de tratamiento.



¿Por qué? Explica.
Por que fue una mayoría la que mejoro con delfines aunque sigue en duda que influyo a que los otros 3 personas que no nadaron con delfines mejosaron.

Figura 5.73. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R1)

Las justificaciones consideradas como *descriptivas* sólo hacen referencia a los datos o a la gráfica del problema, pero no argumentan con claridad. R4 y R14 hicieron este tipo de justificación y se muestran en las figuras 5.74 y 5.75, respectivamente.



¿Por qué? Explica detalladamente.
Los resultados lo demostraron

Figura 5.74. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R4)

¿Por qué? Explica detalladamente.

Pues por que en las graficas asi ~~hacen~~
lo dicen y es relevante.

Figura 5.75. Ejemplo de justificación que usa datos como evidencia (R14)

5.4.2.2. No usa datos como evidencia

Los estudiantes están “lentos” de creencias subjetivas respecto a los delfines, tienen “sentimientos” acerca de que son divertidos y amigables influyendo en sus inferencias. Por ejemplo R7 explica que debido a que los delfines son divertidos y juguetones, cambia las emociones de quienes viven con ellos (Figura 5.76).

¿Por qué? Explica.

Por que son divertidos y juguetones, convivir
con ellos hace que tus emociones cambien.

Figura 5.76. Ejemplo de justificación que no usa datos como evidencia (R7)

R13 explica el funcionamiento de la terapia con delfín en el estado mental del paciente; menciona el comportamiento del delfín y su efecto en el paciente (Figura 5.77).

¿Por qué? Explica detalladamente.

Provoca una mejora en el estado mental de las
personas, el delfin tiene un comportamiento
Amistoso y confiable, sustituye la falta de
atención por la cual pasa la persona en
estado depresivo

Figura 5.77. Ejemplo de respuesta que no usa datos como evidencia (R13)

Del total de tipo de respuestas (20), 60% se basan en creencias subjetivas, y no consideran los datos del problema (12 respuestas), y 30% (6 respuestas) pertenecen al tipo *racional probabilístico*, que es el tipo de respuesta más avanzada. Ocho estudiantes (50%) utilizan los datos de la muestra como evidencia en al menos una de sus justificaciones y la misma cantidad utilizan *conocimientos informales* en todas sus justificaciones, y 12 (75%) los utilizan en al menos una de sus justificaciones (Tabla 5.54)

5.4.3. Lenguaje probabilístico

La Tabla 5.55 resume el lenguaje utilizado en las conclusiones escritas por los estudiantes; en esta ocasión, nadie utilizó un *lenguaje probabilístico*, debido probablemente a los resultados positivos del experimento y a la creencia de que el delfín es terapéutico por naturaleza, la unión de estos dos factores pueden hacer pensar a los estudiantes que no hay posibilidad de equivocarse.

Tabla 5.55. Lenguaje usado en las conclusiones

Lenguaje	Respuesta	Cantidad
Probabilístico	Ninguna	0 (0%) estudiantes
Determinista	Todas	16 (100%) estudiantes

5.4.3.1. Uso de lenguaje determinista

Como ejemplos de conclusiones que utilizan un *lenguaje determinista* se presentan las de R13 y R14. La Figura 5.78 muestra la conclusión de R13 y afirma sin ninguna expresión de incertidumbre que la terapia con delfines es efectiva, y R14 (Figura 5.79) asegura de manera absoluta que sirve nadar con delfines.

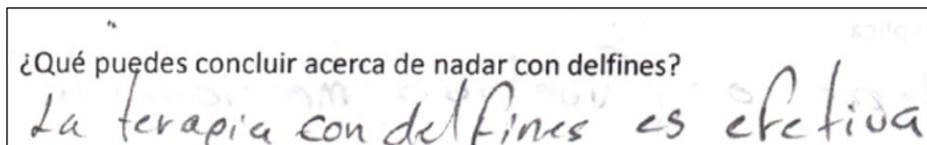


Figura 5.78. Ejemplo de conclusión con lenguaje determinista (R13)

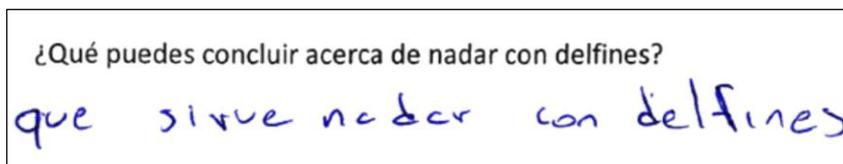


Figura 5.79. Ejemplo de conclusión con lenguaje determinista (R14)

En este problema, ningún estudiante empleó un *lenguaje probabilístico* (Tabla 5.55), lo cual representa una gran dificultad y carencia por parte de esta componente dentro de la IEI de los estudiantes. Es probable que las creencias subjetivas, junto con los datos favorables

influyan en la percepción de los estudiantes sobre la veracidad absoluta de sus conclusiones, provocando la ausencia de incertidumbre en éstas.

5.4.4. Conocimientos

Los conocimientos utilizados para resolver el Problema 2, Parte B, coinciden con los utilizados para el Problema 2, Parte A, y se muestran en la Tabla 5.56 por lo que sólo se da un ejemplo de conocimiento formal y uno de conocimiento informal.

Tabla 5.56. Conocimientos utilizados

Conocimientos	
Formal	Porcentajes, proporción.
Informal	teoría o creencia subjetiva

5.4.4.1. Conocimiento formal

En la Figura 5.80 se muestra la respuesta de R8, quien compara porcentajes, y es considerado como un *conocimiento formal*.

¿Por qué? Explica.
 Porque fue mas porcentaje de las personas que mejoraron nadando con los delfines que los que no

Figura 5.80. Ejemplo de conocimiento formal (R8)

5.4.4.2. Conocimiento informal

Las figuras mostradas en la sección 5.4.2.2 son ejemplos de *conocimientos informales*. Otro ejemplo es el perteneciente a R9 (Figura 5.81), quien afirma que una experiencia como la de nadar con delfines es una “distracción mental” y ayuda a la depresión.

¿Por qué? Explica detalladamente.
 PUES YA QUE UNA EXPERIENCIA AGRADEBLE PODRIA AYUDAR COMO DISTRACCION MENTAL LA CUAL HACIERA A UN LADO EL PROBLEMA O EXPERIENCIA MALA POR UNA EXPERIENCIA AGRADEBLE.

Figura 5.81. Ejemplo de conocimiento informal (R9)

Los *conocimientos informales* influyeron de gran manera al igual que en el Problema 2, Parte A, pues 12 estudiantes (75%) hacen alusión a este tipo de conocimiento (Tabla 5.54), y la mayoría tratan de explicar cómo funciona la terapia, considerando, por ejemplo, que los delfines son divertidos y una distracción.

5.4.5. Modelo SOLO

A continuación se clasifican las respuestas que contienen componentes adecuadas para evaluar mediante el modelo SOLO y establecer una jerarquía.

En la componente *más allá de los datos* se consideró adecuada cuando la inferencia acepta la hipótesis de que la terapia con delfín es mejor que la terapia sin delfín para curar la depresión (Tabla 5.57). Sólo R4 presenta esta componente como no adecuada.

Tabla 5.57. Clasificación de la conclusión

Más allá de los datos		
Adecuado	R1, R2, R3, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16	15 Respuestas (94%)
No adecuado	R4	1 Respuesta (6%)

En la componente *datos como evidencia* se consideraron respuestas adecuadas cuando utilizan los datos como evidencia y argumentan con base en ella para rechazar o aceptar que la terapia con delfín es mejor (Tabla 5.58).

Tabla 5.58. Clasificación del uso de datos como evidencia

Datos como evidencia		
Adecuado	R1, R3, R5, R6, R8, R11	6 Respuestas (38%)
No adecuado	R2, R4, R7, R9, R10, R12, R13, R14, R15, R16	10 Respuestas (62%)

En la componente *lenguaje probabilístico* una respuesta se consideró cuando la conclusión hecha expresa algún grado de incertidumbre (Tabla 5.59).

Tabla 5.59. Clasificación de lenguaje probabilístico

Lenguaje probabilístico		
Adecuado	Ninguna respuesta	0%
No adecuado	Todas	100%

Las respuestas en la componente *conocimientos* se consideran adecuadas cuando hacen comparan los datos entre los dos grupos de terapia (Tabla 5.60).

Tabla 5.60. Clasificación de conocimientos

Conocimientos		
Adecuado	R1, R6, R8, R11	4 Respuestas (25%)
No adecuado	R2, R3, R4, R5, R7, R9, R10, R12, R13, R14, R15, R16	12 Respuestas (75%)

La Tabla 5.61 muestra los niveles y jerarquización de las respuestas de acuerdo con el marco SOLO y las componentes utilizadas adecuadamente por los estudiantes.

Tabla 5.61. Niveles de la IEI para el Problema 2 Parte B

Nivel	Respuestas	%	Componente adecuada
Pre-estructural	R4	6	Ninguna
Uni-estructural	R2, R7, R9, R10, R12, R13, R14, R15, R16	56	Conclusión más allá de los datos
Multi-estructural	R3, R5	25	Conclusión más allá de los datos y datos como evidencia
	R1, R8		Conclusión más allá de los datos, datos como evidencia y conocimientos
Relacional	R6, R11	13	Conclusión más allá de los datos, datos como evidencia y conocimientos

Solamente una respuesta (6%) se consideró en el nivel Pre-estructural, porque no presentaba ninguna componente adecuada. Nueve respuestas (56%) se catalogaron como Uni-estructural pues solamente tienen una componente adecuada. Para todas éstas, la única componente aceptable es *va más allá de los datos*. En el nivel Multi-estructural se ubicaron cuatro respuestas (25%), dos de ellas (R3 y R5) presentan dos componentes apropiadas y las otras dos (R1 y R8) tres componentes. Por último, en el nivel Relacional se consideraron dos respuestas (R6 y R11), éstas presentan tres componentes adecuadas, pero además tienen características que las ubican en dicho nivel.

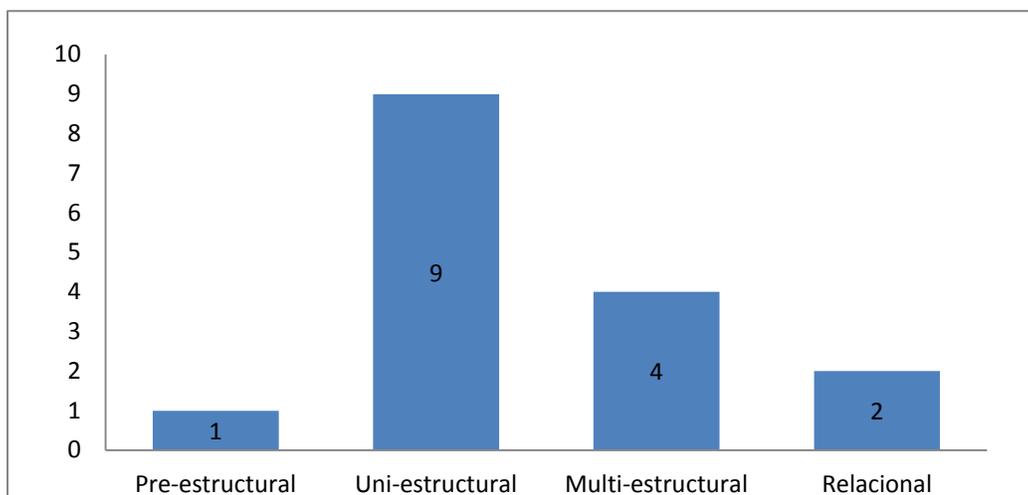


Figura 5.82. Gráfica de los niveles de la IEI

La Figura 5.82 muestra una representación gráfica de los niveles de las respuestas de los estudiantes para el Problema 2, Parte B.

5.4.5.1. Nivel Pre-estructural

Solamente una respuesta se ubicó en el nivel pre-estructural y ésta pertenece a R4 (Tabla 5.62). Su conclusión no va *más allá de los datos* porque hace referencia a los resultados de la muestra y no a la población; además, no expresa algún grado de incertidumbre. No se considera que use los datos adecuadamente porque sólo habla de ellos sin utilizarlos como argumento para justificar la conclusión por lo que la componente de *conocimientos* es inadecuada. En la pregunta b) explica usando conocimiento informal, y no entiende la pregunta c).

Tabla 5.62. Respuesta Pre-estructural (R4)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 10 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
Que si ayudo a los pacientes. Los resultados lo demostraron.	Si. Es un buen ejercicio para las personas.	Si. Tal vez porque esos pacientes tenían mayor depresión.

5.4.5.2. Nivel Uni-estructural

Todas las respuestas dentro de este nivel, tienen como componente adecuada *más allá de los datos*, debido, probablemente, a la creencia de que el delfín es ideal para la terapia y al observar datos favorables que refuerzan estas creencias considerando la terapia efectiva.

Un ejemplo de respuesta Uni-estructural se presenta en la Tabla 5.63, esta respuesta pertenece a R2 y tiene una conclusión adecuada que *va más allá de los datos*, pero no expresa ningún grado de incertidumbre, no usa los datos como evidencia para justificar la conclusión, sólo se basa en conocimientos informales, por lo que la componente *conocimientos* se considera no adecuada.

Tabla 5.63. Ejemplo de respuesta Uni-estructural (R2)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 10 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
Que sirve para eliminar la depresión. Porque siempre y cuando los pacientes tengan indeterminación para mejorar con ayuda de un "efecto placebo" lo podrá hacer ya decía Einstein "no existe fuerza motriz más fuerte que la voluntad"	A veces Les ayuda a olvidar las razones de su depresión y comenzar a olvidar esos.	Pues no se estadística no sabría decirles. Se necesita hacer un procedimiento de estadísticas para poder lograr un resultado conciso.

Otro ejemplo de respuesta Uni-estructural es la perteneciente a R13 (Tabla 5.64). Concluye de forma adecuada, pues *va más allá de los datos*, en ella, no expresa incertidumbre y no usa datos como evidencia para sustentar su conclusión y sólo se basa en conocimientos informales. Parece que contesta la pregunta c) correctamente, pero su justificación evidencia no entender la pregunta.

Tabla 5.64. Ejemplo de respuesta Uni-estructural (R13)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 10 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
La terapia con delfines es efectiva. Provoca una mejora en el estado mental de las personas, el delfín tiene un comportamiento amistoso y confiable, sustituye la falta de atención por la cual pasa la persona en estado depresivo.	Si. No sé, bueno de hecho ya lo explique en la pregunta anterior.	Poco probable. La depresión (vuelvo a mencionarlo) se supera olvidando el motivo por el cual se sufre esta, depende del nivel sociocultural de la persona, y como afrontar la realidad, el hecho por el cual pasa la persona por esta depresión.

5.4.5.3. Nivel Multi-estructural

R5 tiene una respuesta ubicada como Multi-estructural y se presenta en la Tabla 5.65. Obtiene una conclusión adecuada, pero no expresa incertidumbre en ella. Usa los datos como evidencia al decir que la mayoría de los pacientes mejoraron; sin embargo, como no parece comparar el grupo de prueba con el grupo de control la componente *conocimientos* no es adecuada.

Tabla 5.65. Ejemplo de respuesta Multi-estructural (R5)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 10 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
Que la terapia es efectiva. Ya que la mayoría de los pacientes mejoro.	Si. Puede liberar una sustancia en el cuerpo nadar con delfín.	10/13 tienen probabilidad de mejorar. Porque la terapia es efectiva

Otro ejemplo de respuesta Multi-estructural se muestra en la Tabla 5.66 y esta corresponde a R8. Obtiene una conclusión adecuada, pero sin mostrar algún grado de incertidumbre. Usa los datos como evidencia en sus justificaciones; observando el porcentaje de éxitos en el grupo con delfín y viendo que es mayor en el grupo con delfín. Esta respuesta indica que la componente *conocimientos* es adecuada. Responde adecuadamente la pregunta c) pero no se comprende la idea de su justificación.

Tabla 5.66. Ejemplo de respuesta Multi-estructural (R8)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 10 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
Que sirve. Porque es mayor el porcentaje.	Pues sí. Porque tanto en la 1era como en la 2da tabla el porcentaje de los pacientes que mejoran es mayor.	Es poco probable. Porque rebasa más del 50% que es la probabilidad.

5.4.5.4. Nivel Relacional

Solamente dos respuestas se catalogaron como Relacional; una de ellas, pertenece a R6 y se presenta en la Tabla 5.67; concluye aceptando la eficacia de la terapia con delfín y la conclusión *va más allá de los datos* siendo adecuada ésta componente. Usa los datos como evidencia en todas sus justificaciones; al hablar de mayor probabilidad con delfines, se puede suponer una comparación entre las probabilidades en cada grupo, aunque no las expresa simbólicamente, si menciona que es mayor en el grupo con delfín. Además, menciona que es más de 60% el éxito. Solamente la componente *lenguaje probabilístico* no es apropiada pues falta incertidumbre en su conclusión. En resumen, el hecho de comparar datos, expresar probabilidades de efectividad, escribir simbólicamente el porcentaje y no utilizar conocimientos informales como argumentos lo ubica en el nivel Relacional.

Tabla 5.67. Respuesta Relacional (R6)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 10 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
Que es efectivo el tratamiento. Porque en las pruebas más del 60% hubo mejora.	Sí. Porque hay más probabilidad de ser efectivo nadar con delfines; esto por las pruebas.	Rebasa el 50%. Porque fueron mayores las probabilidades de que hayan sido por el azar.

Otra respuesta ubicada en el nivel Relacional se muestra en la Tabla 5.68 y pertenece a R11. Su conclusión es considerada adecuada, pues *va más allá de los datos* y acepta la efectividad de la terapia con delfín. Al igual que R6 utiliza los datos de la muestra como evidencia en todas sus justificaciones para sustentar su conclusión, argumentando un aumento de mejoría en los pacientes con el grupo con delfín y considerando a las probabilidades como altas. Estas respuestas indican una posible comparación entre los grupos de terapia por lo que la componente *conocimientos* es adecuada. No utiliza creencias para justificar la conclusión. Al igual que R6, incurre en la omisión expresar sus afirmaciones con un *lenguaje probabilístico*.

No obstante, debido a lo conveniente de las otras componentes, sus respuestas se consideraron en el nivel relacional

Tabla 5.68. Respuesta Relacional (R11)

a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 10 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
Que se quita la depresión en los pacientes. Ya que se ve en los resultados un gran aumento de mejora con los que nadan con delfines.	Si. Porque las probabilidades son altas según el experimento pero es probable que se presenten mejores resultados con el paso del tiempo.	Nula. Porque la estadística de 10 de 13 bajaría sustancialmente demasiado.

La parte C del Problema 1 se utilizó para obtener mayor información sobre la cantidad o proporción necesaria para aceptar o rechazar una hipótesis. Los resultados se muestran en la Tabla 5.69. Se consideraron a las respuestas ubicadas dentro del intervalo (60%, 90%) como adecuadas o correctas. Estas respuestas ayudaron a determinar los niveles de algunas respuestas, pero no en todas, ya que opinaban diferente en cada problema.

Tabla 5.69. Estadísticos significativos para los estudiantes

¿Cuál es la menor cantidad de niñas que tiene que nacer para que decidas que el producto si funciona? ¿Por qué?	Estudiantes
De 95 a 100%, es más fiable.	R1, R5, R8, R15
Más del 80%, rebasa la tasa promedio de que nazcan niñas.	R3, R4, R11, R14, R16
Mas del 60%, un porcentaje menor puede ser por el azar.	R6, R13
No importa la cantidad	R2, R7, R9, R10, R12

En resumen, para este problema solamente un estudiante tuvo una conclusión inadecuada, seis estudiantes (38%) usaron datos adecuadamente, ningún estudiante empleó lenguaje probabilístico y cuatro (25%) integraron conocimientos apropiados (tablas 5.57 - 5.60). Además, 56% (siete) de los estudiantes se ubica en el nivel Uni-estructural y 25% (cuatro) en Multi-estructural (Tabla 5.61). Estos resultados indican que los estudiantes presentan carencias en las cuatro componentes y es necesario mejorarlas y poder hacer inferencias estadísticas informales apropiadas.

6. RESULTADOS

6.1. Problemas 1A y 1B

El análisis de datos (Capítulo 5) consistió en la clasificación de las respuestas de los estudiantes con base en la presencia de cuatro categorías, relacionadas con la IEI. Una manera de ver los resultados globales de dicho análisis es mediante las Tablas 6.1 y 6.2; éstas consisten en asociar 1 ó 0 a la presencia o no, respectivamente, de las características que favorece la IEI de cada categoría según fue definido para cada componente.

Tabla 6.1. Resultados globales de la clasificación de respuesta a 1A por componente

	Conocimientos	Más allá de los datos	Datos como evidencia	Lenguaje probabilístico	Total
R6	1	0	1	1	3
R7	1	1	1	0	3
R10	1	1	1	0	3
R11	1	0	1	1	3
R3	0	0	1	1	2
R5	0	0	1	1	2
R12	0	1	1	0	2
R1	0	1	0	0	1
R2	0	1	0	0	1
R4	0	0	0	1	1
R8	1	0	0	0	1
R9	0	0	0	1	1
R13	0	0	0	1	1
R15	0	1	0	0	1
R16	0	0	0	1	1
R14	0	0	0	0	0
Total	5	6	7	8	25

En la Tabla 6.1, referente al Problema 1, Parte A, la componente con menor frecuencia de aciertos es *conocimientos* (5/16), seguida de *más allá de los datos* (6/16), luego, *datos como evidencia* (7/16) y, finalmente, *lenguaje probabilístico* (8/16).

Las respuestas con mejor puntaje coinciden en referir de manera conveniente las componentes de *conocimientos* y de *datos como evidencia*. En contraste, excepto por R8, todos los estudiantes con menor puntaje, no utilizaron correctamente dichas componentes. Estas componentes son las más técnicas, en el sentido de hacer intervenir por un lado información y por otro, números o medidas.

Las observaciones anteriores llevan a reflexionar acerca del papel de estas dos componentes y la importancia de basarse en los datos del problema para hacer una inferencia adecuada, así como en la recuperación y uso conveniente de conocimientos matemáticos/estadísticos y del contexto. En consecuencia, se podría formular la conjetura de que realizar inferencias estadísticas informales no es una habilidad espontánea o intuitiva; depende de la educación y entrenamiento recibido por los sujetos.

Tabla 6.2. Resultados globales de la clasificación de respuesta a 1B por componente

	Conocimientos	Más allá de los datos	Datos como evidencia	Lenguaje probabilístico	Total
R4	1	1	1	1	4
R3	0	1	1	1	3
R5	1	1	1	0	3
R6	1	1	1	0	3
R8	1	1	1	0	3
R11	0	1	1	0	2
R12	0	0	1	1	2
R14	0	0	0	1	1
R16	0	0	1	0	1
R1	0	0	0	0	0
R2	0	0	0	0	0
R7	0	0	0	0	0
R9	0	0	0	0	0
R10	0	0	0	0	0
R13	0	0	0	0	0
R15	0	0	0	0	0
Total	4	6	8	4	21

En la Tabla 6.1 también se puede notar una cierta oposición entre las componentes *más allá de los datos y lenguaje probabilístico*; las respuestas evaluadas, convenientemente, en la categoría *más allá de los datos*, excepto por R8 y R14, no utilizan lenguaje probabilístico y aquellas que sólo se refieren a la muestra lo hacen modulando de algún modo su lenguaje. ¿Este rasgo es significativo o contingente?

En el Problema 1, Parte B (Tabla 6.2), al igual que en la parte A, los de mayor puntaje, con excepción de R3, fueron bien evaluados en las componentes *conocimientos y datos como evidencia*; en este problema todos ellos también hicieron bien afirmaciones *más allá de los datos* (Tabla 6.2). También se observa una oposición entre las componentes *lenguaje probabilístico y más allá de los datos*, ya que excepto por R4 y R3 y todos los evaluados en cero, quienes obtienen una conclusión *más allá de los datos* no utilizan un lenguaje probabilístico y aquellos que expresan incertidumbre en su conclusión no van *más allá de los datos* de la muestra.

Llama la atención que siete estudiantes no tengan ninguna componente adecuada, mientras que en la parte A, sólo uno estuvo en esta posición. ¿Cómo se explica este hecho? Estos datos son un claro indicio del predominio de un pensamiento determinista, pues diez estudiantes (63%) fueron evaluados con cero en la componente *más allá de los datos*, porque en su conclusión niegan el funcionamiento del producto. Es claro que estos mismos estudiantes dieron una respuesta similar en la parte A de este problema, pero en la parte A, efectivamente, los datos no apoyaban la afirmación.

6.1.1. Discusión

La componente *conocimientos* parece ser la de mayor dificultad, en el sentido de que en ésta las respuestas son evaluadas positivamente con menor frecuencia que en las otras componentes. Aunque con mejor puntaje general, la componente *datos como evidencia* está relacionada con la de *conocimientos*. La asociación entre ambas componentes se explica por el hecho de que las respuestas con *conocimientos* adecuados generalmente lo hacen aplicándolos a los datos del problema.

Los conocimientos convenientes en los problemas (1A y 1B) se reducen a dos:

1. La distribución de aproximadamente 50% hombres y 50% mujeres en una población o la probabilidad del género de un recién nacido es, aproximadamente, $\frac{1}{2}$ para mujer y $\frac{1}{2}$ para hombre.

2. Una proporción cercana de 50% (± 6) no es significativa para apoyar la efectividad del producto, mientras que una proporción fuera de esos límites; sobre todo, cercana de 100% (por ejemplo 90%) sí es significativa.

El *conocimiento* del punto 2) emerge en conjunción con la componente *datos como evidencia*; ya que implica considerar que 52% ó 90% son niñas.

A pesar de ser un conocimiento cultural, ampliamente difundido, no es tan común que los estudiantes posean el conocimiento del punto 1), ya que algunos suponen porcentajes desproporcionados como 80% mujeres y 20% hombres; que, evidentemente, es una distorsión exagerada de la pequeña probabilidad en que exceden los nacimientos de niñas a los de niños ($\pm 1\%$). Aunque se reconozca la proporción conveniente, algunos estudiantes no saben comparar el dato 52% en ese modelo; por ejemplo, hablan de 52% o de 50% de “efectividad”, nadie percibe que 52% representa sólo una desviación del 4% del valor esperado y que 90% representa una desviación del 80%.

La importancia que se ha puesto de manifiesto en el presente estudio de las categorías *conocimientos* y *datos como evidencia*. También se ha destacado en el modelo de pensamiento estadístico de Wild y Pfannkuch (1999). Estos autores definen la dimensión “tipos de pensamiento”, y en una lista de cinco tipos de pensamiento; destacan tres que tienen relación con las componentes *conocimientos* y *datos como evidencia*:

- ⊙ *Reconocimiento de la necesidad de los datos.*
- ⊙ *Razonamiento con modelos.*
- ⊙ *La integración de lo estadístico con lo contextual.*

El tipo de pensamiento “reconocimiento de la necesidad de los datos” se refiere a la conciencia de los estadísticos de la necesidad de buscar datos para resolver un problema de investigación. En un ambiente escolar, como el de la presente investigación, ese tipo de pensamiento debe consistir en tomar con seriedad los datos del problema y responder, encontrando que los datos son la base y evidencia para fundamentar la respuesta. El tipo de pensamiento “razonamiento con modelos” se refiere a analizar los datos con base en los modelos probabilísticos. Es importante reconocer el modelo probabilístico, pero no sólo se debe reconocer, sino poder razonar con él; es decir, obtener ciertas conclusiones. Finalmente, el tipo de pensamiento “la integración de lo estadístico con lo contextual” consiste en

reflexionar entre la relación de los resultados estadísticos y los conocimientos acerca del contexto. Se deben usar conocimientos verdaderos, y evitar utilizar prejuicios o creencias.

Se ha podido notar una cierta oposición entre las componentes *más allá de los datos* y *lenguaje probabilístico*. La oposición resulta por lo menos curiosa, pues se esperaría que las formulaciones referidas a toda una población (más allá de los datos) utilicen un lenguaje donde se refleje su relatividad, reconociendo que la afirmación no puede ser absoluta; en cambio, una afirmación que sólo indique lo observado, basada sólo en la muestra, puede afirmarse sin matices. Una explicación puede ser que muchos estudiantes tengan una concepción determinista de la estadística, en el sentido de que sus afirmaciones son seguras.

6.2. Problemas 2A y 2B

Tabla 6.3. Resultados globales de la clasificación de respuesta a 2A por componente

	Conocimientos	Lenguaje probabilístico	Más allá de los datos	Datos como evidencia	Total
R11	1	0	0	1	2
R3	1	0	0	1	2
R8	1	0	0	1	2
R1	0	0	0	1	1
R15	0	1	0	0	1
R5	0	0	0	1	1
R6	0	0	0	1	1
R12	0	0	0	0	0
R14	0	0	0	0	0
R16	0	0	0	0	0
R2	0	0	0	0	0
R7	0	0	0	0	0
R9	0	0	0	0	0
R4	0	0	0	0	0
R10	0	0	0	0	0
R13	0	0	0	0	0
Total	3	1	0	6	10

Las Tablas 6.3 y 6.4 muestran el análisis para los problemas 2A y 2B, respectivamente. Para el Problema 2A, la componente con menor frecuencia de aciertos es la de *más allá de los*

datos (0/16), seguida de *lenguaje probabilístico* (1/16), luego, *conocimientos* (3/16) y, finalmente *datos como evidencia* (6/16).

La Tabla 6.3 muestra cómo ningún estudiante presenta una conclusión *más allá de los datos* de forma adecuada. Hay una relación con la componente *lenguaje probabilístico*, ya que sólo un estudiante presentó dicha componente de forma apropiada, ¿qué tipo de relación hay entre estas componentes?

Tabla 6.4. Resultados globales de la clasificación de respuesta a 2B por componente

	Conocimientos	Lenguaje probabilístico	Más allá de los datos	Datos como evidencia	Total
R11	1	0	1	1	3
R6	1	0	1	1	3
R1	1	0	1	1	3
R8	1	0	1	1	3
R3	0	0	1	1	2
R5	0	0	1	1	2
R12	0	0	1	0	1
R14	0	0	1	0	1
R16	0	0	1	0	1
R15	0	0	1	0	1
R2	0	0	1	0	1
R13	0	0	1	0	1
R7	0	0	1	0	1
R9	0	0	1	0	1
R10	0	0	1	0	1
R4	0	0	0	0	0
Total	4	0	15	6	25

La Tabla 6.4 muestra el análisis para el problema 2B. Para éste problema la componente con menor frecuencia de aciertos es *lenguaje probabilístico* (0/16), seguida de *conocimientos* (4/16), luego, *datos como evidencia* (6/16) y finalmente *más allá de los datos* (15/16).

Esta tabla destaca que hay una cierta oposición entre las componentes *más allá de los datos* del problema 2A y 2B; en 2A es la de menor frecuencia mientras que en 2B es la de mayor frecuencia. También, se puede ver que una relación inversa entre la componente *más allá de los datos y lenguaje probabilístico* respecto a 2A; en 2A éstas dos componentes son las de menor frecuencia, ahora en 2B una es la mayor y la otra la menor. ¿A qué se puede deber estas relaciones?

De nuevo, llama la atención que en el Problema 2A, nueve respuestas hayan sido puntuadas con cero, mientras que en el Problema 2B, sólo una estuvo en esta posición. ¿Cómo se explica este hecho?

Al igual que en los Problemas 1A y 1B, las respuestas con mejor puntaje coinciden en tener de manera conveniente las componentes de *conocimientos* y de *datos como evidencia*.

6.2.1. Discusión

Las dos variantes de este problema respecto a 1A y 1B, es el contexto y el hecho de que se trata de un comparativo completamente aleatorizado, donde se debe comparar los tratamientos (grupo con delfín y grupo sin delfín), más que valorar un tratamiento de forma aislada. Estas dos variantes afectan, en gran medida, el comportamiento en la componente *más allá de los datos*; no comparar la diferencia de las proporciones entre los dos grupos y la creencia de que los delfines son terapéuticos influye en aceptar la terapia, cuando en realidad los datos no son una evidencia suficiente para aceptarlo. Por esta razón, todos los estudiantes tienen la componente *más allá de los datos* como incorrecta.

Esta componente afecta, directamente a la componente *lenguaje probabilístico*, pues las inferencias de los estudiantes muestran estar completamente convencidos del funcionamiento de la terapia; por lo que no expresan incertidumbre. La aparente oposición de la componente *más allá de los datos* se debe a que en 2A y 2B afirmaban que la terapia era mejor, siendo en el 2B cuando esto era cierto. Es importante destacar que a R11 no se le consideró correcta la componente *más allá de los datos*, sin embargo, su argumento es correcto.

El hecho de que en 2B hay menos estudiantes con puntuación cero es debido a que todos, excepto uno (R4), aumentaron un punto, gracias a la componente *más allá de los datos*, aunque sus argumentos eran similares.

La componente *conocimientos* tuvo poco puntaje. Aquí el problema principal se debe a que los estudiantes no entienden la idea de comparar entre los grupos, la efectividad, y concentrarse en la diferencia de la proporción, para después establecer un juicio sobre la significatividad de esta diferencia. Más de 50% de estudiantes se enfocaron en determinar si la proporción en el grupo con delfín era mayor que 50%. Para el Problema 2A, solamente tres estudiantes compararon estos grupos y uno habló de la diferencia, mientras que para el problema 2B sólo dos compararon los grupos.

En la Figura 6.1 se muestra una gráfica de las componentes adecuadas por problema.

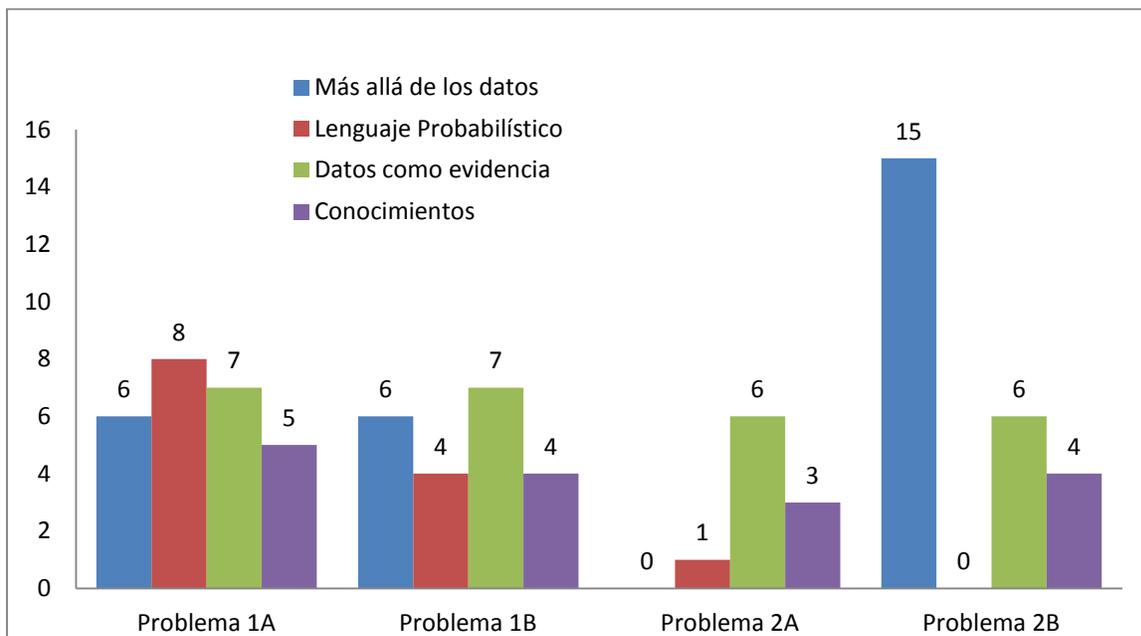


Figura 6.1. Frecuencia de componentes adecuadas en cada problema

Como complemento de la discusión se observa en promedio menos de 50% de estudiantes teniendo componentes adecuadas; alrededor de siete estudiantes (44%) obtuvieron conclusiones *más allá de los datos* adecuadamente, seis estudiantes (38%) usaron datos adecuadamente, tres (19%) usaron *lenguaje probabilístico* y cuatro (25%) usaron *conocimientos* adecuados. Estos datos indican carencias en las cuatro componentes, y es necesario mejorar estas componentes y, consecuentemente, el sentido común y la capacidad de decisión de los estudiantes en su vida futura.

7. CONCLUSIONES

Con base en los datos recabados y el análisis hecho en el presente estudio se responderá las preguntas de investigación.

- ⊙ ¿Qué elementos intervienen en el razonamiento del estudiante de bachillerato al hacer inferencias estadísticas sin los métodos y técnicas formales?

En general, se detectaron cuatro tipos de razonamiento estadístico informal en las explicaciones dadas: 1) considerar un modelo o distribución inicial de referencia de la población y comparar los datos de la muestra con este modelo, 2) limitarse sólo en el porcentaje de éxitos de la hipótesis a probar y decidir con base en eso, 3) apoyar el razonamiento en el uso de creencias o teorías personales, y 4) combinar el tercer razonamiento con alguno de los razonamientos 1) o 2).

El contexto juega un papel importante; la mayoría de estudiantes utilizaron creencias en sus explicaciones. Cuando las creencias estaban en contradicción con los datos de la muestra, por lo general, hacían las conclusiones con base en sus creencias sin considerar los datos. Este razonamiento muestra que las creencias pueden representar un obstáculo para una inferencia adecuada, por lo que es importante que los estudiantes trabajen con los datos y pasen a segundo plano sus creencias personales.

- ⊙ ¿Cuáles son las dificultades y errores que se presentan en el razonamiento inferencial informal de estudiantes de bachillerato para hacer inferencias estadísticas?

El RII de los estudiantes es de nivel bajo; en términos del modelo SOLO están en un nivel Uni-estructural; menos de 50% de los estudiantes presentaron componentes adecuadas, siendo la más baja el uso del lenguaje probabilístico. Hay dificultad para hacer inferencias que sean consecuencia de un razonamiento adecuado. La mayoría de los estudiantes utilizan los datos de la muestra como argumento de sus inferencias, sin embargo, la dificultad radica en utilizarlos de forma conveniente, es decir, establecer argumentos que apoyen en un alto grado la conclusión a la cual se llega. El uso de *lenguaje probabilístico* también fue una dificultad, el alumno debe comprender que cualquier inferencia basada en una muestra tiene un grado de incertidumbre y éstas se aproximan cada vez más a la certidumbre conforme aumenta el tamaño de la muestra. Se presentan importantes dificultades para identificar un modelo de referencia representativo del experimento aleatorio y compararlo con estadísticos de la

muestra para hacer una inferencia con cierto grado de certidumbre, esta comparación es la base para establecer un criterio sobre la significatividad de un estadístico y argumento que apoye la inferencia hecha.

El desempeño incipiente de los estudiantes de bachillerato en tareas en las que deben hacer un RII pone en evidencia la pertinencia de llevar a cabo cambios en la enseñanza de la estadística a nivel bachillerato, en la que se debería dar más peso a actividades y problemas para desarrollar las componentes aquí estudiadas del RII, en lugar del acostumbrado énfasis en los aspectos procedimentales de la estadística. Los resultados del presente estudio y de otros similares en los que está basado, ofrecen una dirección hacia la cual conducir tales cambios.

Una de las limitaciones de la presente investigación es la pequeña muestra de participantes; sin embargo, la información recabada muestra el RII que pueden tener estudiantes de bachillerato, sin hablar de qué porcentaje de la población podría tener estos razonamientos. Es probable obtener mayor información del RII de los estudiantes si se consideran entrevistas. Las respuestas dadas por los estudiantes a los cuestionarios daban lugar a varias interpretaciones del investigador, y se eligió aquella que resultaba más plausible con base en las otras respuestas del estudiante. Mediante entrevistas se podrían confirmar o no tales interpretaciones y ampliar la información para entender el pensamiento de los estudiantes. Por otro lado, durante el proceso de análisis, se percibieron limitaciones del cuestionario, aclarándose aspectos en los cuales convenía hacer modificaciones para obtener aún mayor información; por ejemplo, cambiar contextos y utilizar estadísticos con distintos valores, así como considerar otros estadísticos. Como futuras investigaciones se puede refinar este trabajo; mejorando las limitaciones expresadas anteriormente y enriqueciendo el modelo empleado para evaluar las IEI y las componentes de análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bakker, A. & Derry J. (2011). Lessons from inferentialism for statistics education. *Mathematical Thinking and Learning*. 13(1-2), 5-26.
- Batanero, C. (2000). Controversies around significance tests. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(1- 2), 75-98.
- Ben-Zvi, D. (2006). Scaffolding students informal inference and argumentation. En A. Rossman & B. Chance (Eds.), *Working cooperatively in statistics education: Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*, Salvador, Brazil. Descargado de http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/2D1_BENZ.pdf
- Ben-Zvi, D., Gil, E., & Apel, N. (2007). *What is hidden beyond the data? Helping young students to reason and argue about some wider universe*. Papel presentado en el Fifth International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking, and Literacy (SRTL-5). University of Warwick, UK. Descargado de <https://sites.google.com/site/danibenzvi/allpublications>
- Biggs, J. & Collis, K. (1991). Multimodal learning and the quality of intelligent behaviour. En H. Rowe (Ed.), *Intelligence, Reconceptualization and Measurement* (pp. 57–76). New Jersey: Laurence Erlbaum Assoc.
- Carretero, M., Almaraz, J. & Berrocal, P. (Eds). (1995). *Razonamiento y comprensión*. España: Trotta S.A.
- Dierdorff, A., Bakker, A., Eijkelhof, H. & Maanen, J. (2011). Authentic practices as contexts for learning to draw inferences beyond correlated data. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1-2), 132-151
- Gil, E. & Ben-Zvi, D. (2011). Explanations and context in the emergence of students informal inferential reasoning. *Mathematical Thinking and Learning*. 13(1-2), 87-108.
- Garfield, J. & Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students statistical reasoning*. Springer.

- Harradine, A., Batanero, C. & Rossman, A. (2011). Students and teachers' knowledge of sampling and inference. En C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Eds.), *Teaching Statistics in School-Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education* (pp. 235- 246). A Joint ICMI/IASE Study
- Konold, K.& Higgins, T. L. (2003). Reasoning About Data. En J. Kilpatrick; W. G. Martin & D. Shifter, (Eds.), *A Research Companion to Principles and Standards for School Mathematic* (pp. 193 –215). National Council of Teachers of Mathematics, VA, USA.
- Langrall, C., Nisbet, S., Mooney, E. & Jansem, S. (2011). The role of context expertise when comparing data. *Mathematical Thinking and Learning*. 13(1-2), 47-67.
- Makar, K., Bakker, A. & Ben-Zvi, D. (2011). The Reasoning behind informal statistical inference. *Mathematical Thinking and Learning*. 13(1-2), 152-173.
- Makar, K. & Rubin, A. (2009). A framework for thinking about informal statistical inference. *Statistics Education Research Journal*. 8(1), 82-105.
- Miles, M. & Huberman, A. (1994). *An expanded sourcebook qualitative data analysis* (2a ed.). Londres: Sage Publications.
- Moore, D. (2004). *The basic practice of statistics* (3ra ed.). New York: W. H. Freeman.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- OCDE. (2006). *Pisa 2006 marco de la evaluación conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. España; Santillana
- Paparistodemou, E. & Meletiou, M. (2008). Developing young students informal inference skills in data analysis. *Statistical Education Research Journal*, 7(2), 83-106.

- Pegg, J. (2003). Assessment in mathematics: A developmental approach. En J. M. Royer (Ed.), *Advances in Cognition and Instruction* (pp. 227–259). New York: Information Age Publishing Inc.
- Pegg, J. & Tall, D. (2005). The fundamental cycle of concept construction underlying various theoretical frameworks. *International Reviews on Mathematical Education* (ZDM), 37(6), 468– 475.
- Pfannkuch, M. (2005). Probability and statistical inference: How can teachers enable learners to make the connection? En G. A. Jones (Ed.), *Exploring probability in school: Challenges for teaching and learning* (pp. 267-294). New York: Springer.
- Pfannkuch, M. (2006). Informal inferential reasoning. En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Working cooperatively in statistics education: Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*, Salvador, Brazil. Descargado de http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/6A2_PFAN.pdf
- Pfannkuch, M. (2011). The role of context in developing informal statistical inferential reasoning: A classroom study. *Mathematical Thinking and Learning*. 13(1-2), 27-46
- Rubin, A., Hammerman, J. & Konold, C. (2006). Exploring informal inference with interactive visualization software. En A. Rossman y B. Chance (Eds.), *Working cooperatively in statistics education: Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. Salvador, Brazil. Descargado de http://www.stat.auckland.ac.nz/~iase/publications/17/2D3_RUBI.pdf
- Triola, Mario F. (2004). *Estadística*. México: Pearson educación.
- Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. USA: Adisson –Wesley
- Vallecillos, A. & Batanero, C. (1997). Análisis del aprendizaje de conceptos clave en el contraste de hipótesis estadísticas mediante el estudio de casos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 17(1), 29-48.
- Voss, J. F., Perkins, D. N., & Segal, J.W. (1991). *Informal Reasoning and Education*. New Jersey: Laurence Erlbaum Assoc.

Watson, J. (2008). Exploring beginning inference with novice grade 7 students. *Statistical Education Research Journal*, 7(2), 59-82.

Wild, C. & Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*. 67(3), 223-265.

Zieffler, A., Garfield, J., delMas, R. & Reading, C. (2008). A framework to support research on informal inferential reasoning. *Statistical Education Research Journal*, 7(2), 40– 58.

APÉNDICE A.- CUESTIONARIO

Nombre: _____ Edad _____ Fecha _____

Lee con atención los problemas y contesta cada una de las preguntas.

1.- ProCare Industries alguna vez ofreció un producto llamado “Gender Choice”, el cual, según afirmaciones publicitarias, permitía a las parejas incrementar sus posibilidades de tener una niña. Supón que realizamos un experimento con 100 parejas que desean tener una niña, y todas ellas siguen el tratamiento de Gender Choice.

Parte A:

- Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?

¿Por qué? Explica detalladamente.

- ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona?

¿Por qué? Explica.

- ¿Qué crees que sea más probable?
 - a. que las 52 niñas nacieron por el azar ó
 - b. que las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice

¿Por qué? Explica.

Parte B:

- Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice?

¿Por qué? Explica.

- ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona?

¿Por qué? Explica.

- ¿Qué crees que sea más probable?
 - a. que las 90 niñas nacieron por el azar ó
 - b. que las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice

¿Por qué? Explica.

Parte C

- ¿Cuál es la menor cantidad de niñas que tienen que nacer para que decidas que el producto Gender Choice si funciona?

¿Por qué? Explica tus razonamientos.

- ¿Cuál es la mayor cantidad de niñas que tienen que nacer para que decidas que el producto Gender Choice no funciona?

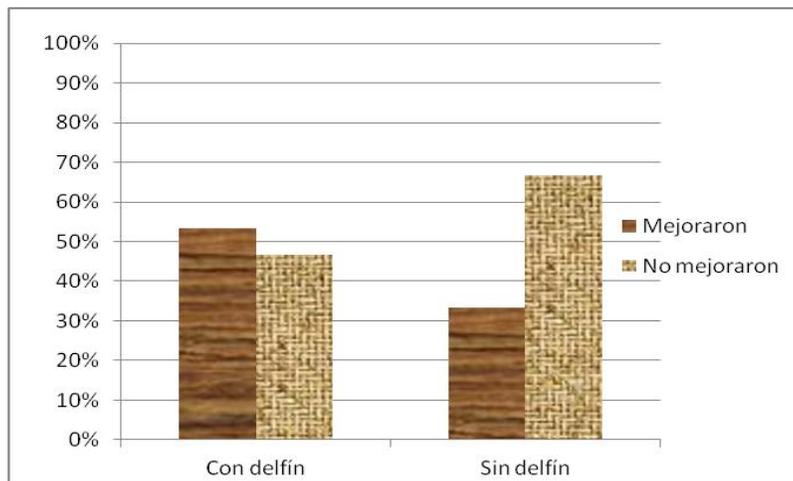
¿Por qué? Explica tus razonamientos.

2.- Nadar con los delfines sin duda puede ser divertido, pero ¿es también terapéutica para los pacientes que sufren de depresión? Para investigar esta posibilidad, los investigadores reclutaron a 30 sujetos con un diagnóstico clínico de depresión. Estos sujetos fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos de tratamiento (con delfín y sin delfín). Ambos grupos participaron en la misma cantidad de nado y buceo cada día, pero un grupo lo hizo en presencia de delfines y el otro grupo no lo hizo.

Parte A

Suponga que al final de dos semanas, los resultados fueron los siguientes.

	Con delfín	Sin delfín	Total
Mejoraron	8	5	13
No mejoraron	7	10	17
Total	15	15	30



- ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines?

¿Por qué? Explica.

- ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión?

¿Por qué? Explica.

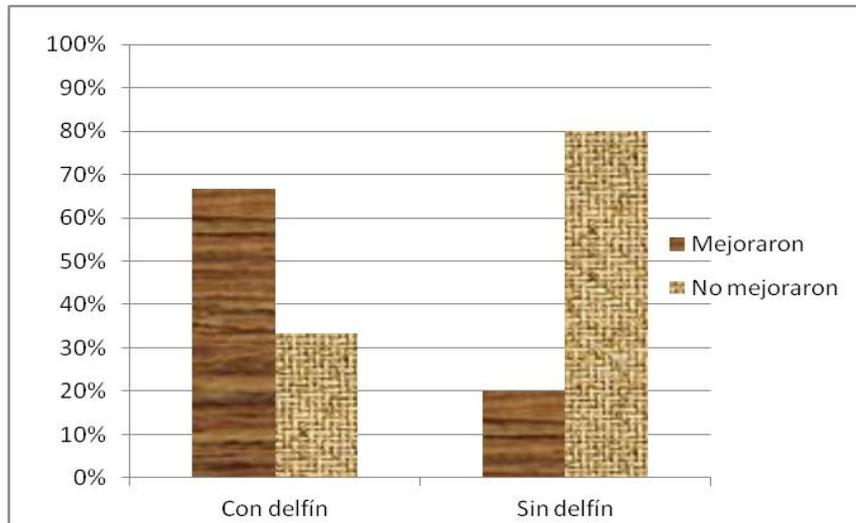
- Si los delfines no tuvieran efecto en los pacientes ¿Que tan posible es que 8 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar?

¿Por qué? Explica

Parte B:

Suponga que al final de dos semanas, los resultados fueron los siguientes.

	Con delfín	Sin delfín	Total
Mejoraron	10	3	13
No mejoraron	5	12	17
Total	15	15	30



- ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines?

¿Por qué? Explica detalladamente.

- ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión?

¿Por qué? Explica.

- Si los delfines no tuvieran efecto en los pacientes ¿Que tan posible es que 10 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar?

¿Por qué? Explica

APÉNDICE B.- TRANSCRIPCIÓN DE LAS RESPUESTAS

Problema 1 Parte A			
	a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 52 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? ¿Por qué?
R1	El producto no funciona. Porque si fuera verdad que funciona las 100 parejas hubieran tenido una niña y no fue así, solo 52 parejas lo obtuvieron.	No. Porque los resultados no fueron esperados ya que solo 52 parejas tuvieron niñas.	Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque si hubiera sido por Gender Choice las 100 parejas o su mayoría hubieran tenido niña. Pero no fue así ya que solo fue la mitad, entonces eso implica que fue al azar y no por el producto. Además de que no hay datos estadísticos.
R2	Que es una farsa ya que se basa en probabilidad y estadística. Por que las publicidades únicamente buscan vender un producto, además que si funcionará hubiera servido a las 100 parejas que lo usaran.	No.	Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque aun en este siglo no se ha conseguido crear un producto que sirva para elegir el sexo del bebe. Y si se consiguiese (que no creo que tarde mucho) no sería tan accesible.
R3	Que el producto tuvo 52% de asertividad. Que tiene el 50% de probabilidad de tener niña. Al usar el producto solo 52 parejas obtuvieron el resultado deseado, quiere decir que el producto no es 100% eficaz.	Supongo que no. Yo creo que un producto así no es confiable, ya que no funciona al 100% quiere decir que no funciona por tanto no obtuvieron el 100% de efectividad.	Las 52 niñas nacieron por el azar. La mayoría de la población son mujeres quiere decir que es más difícil tener un hombre por tanto fue producto del azar según mi punto de vista.
R4	Que tal vez en algunas personas si pudo influir este tratamiento. Tal vez pudo cambiar la genética del hombre para que puedan tener una hija.	No. Es muy difícil poder cambiar el sexo del embrión que se está presentando	Las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Pues tal vez el producto si influya mucho en algunas parejas para poder tener la niña que querían por que más del 50% las obtuvieron.
R5	Esto quiere decir que el producto es más del 50% efectivo. $\frac{52}{100}$ son niñas, $\frac{48}{100}$ son niños. Es 52% probable que el producto sea niña	No. Por lo regular la tendencia de que nazca mujer es más probable que nazca hombre sin tomar nada	Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque la mayoría de la población es mujer.
R6	Que tal vez el producto solo ayuda a incrementar la posibilidad de tener una niña, sin embargo no es un tratamiento muy efectivo. Porque del experimento realizado únicamente el 52% fue exitoso y el otro 48% fallo.	No. Por que pudieron haber sido otras las causas y no el producto.	Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque a pesar que el 52% es mayoría pienso que no es suficiente para afirmar que fue por el uso del producto.
R7	El producto no funciona. Porque la probabilidad de que sea niña es de 50 de 100.	No. Porque la probabilidad de tener una niña es del 50%, lo cual no asegura que realmente sea niña, si el caso fuera el 90% el tratamiento si funcionaria.	Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque es la misma probabilidad que hay al usar el producto, ya que si usas el producto no es seguro que la pareja tenga una niña.
R8	Que sirvió el tratamiento. Porque más del 50% obtuvo niña.	Pues no del todo. Porque existe la probabilidad de que gran parte del porcentaje ya tenía niña.	Las 52 niñas nacieron por el azar. Porque hay 50 y 50 de probabilidad de que sea niño o niña.

R9	<p>Que el producto no es totalmente seguro y eficaz, en realidad tiene 52% de certeza.</p> <p>Pues puede ser que fue azar y en algunas sirvió pero en realidad no se puede tener una hipótesis segura pues ya que no nombra si las 100 personas estaban seguras de su esterilidad.</p>	<p>No.</p> <p>Pues ya que la infertilidad no tiene solución 100% segura si no que se vuelve un tratamiento que puede o no puede funcionar dependiendo del grado de infertilidad y del metabolismo en cada persona o pareja.</p>	<p>Las 52 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Pues ya que el grado de eficacia muestra que es de 50 a 50 sin haber hecho estudios de esterilidad lo cual disminuye la seguridad del producto.</p>
R10	<p>No funciona.</p> <p>Existe la misma probabilidad que 50 de las 100 parejas tuvieran niño o niña y en este caso así fue a excepción que 2 mas tuvieron niña pero esto no rompe la regla.</p>	<p>No lo creo.</p> <p>Porque no conozco su funcionamiento y en la prueba no demostró nada. Si hubieran sido niñas más de la mitad, su funcionamiento quedaría demostrado.</p>	<p>Las 52 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Porque existe la misma probabilidad de que sea niña o niño ya que eso depende de los genes, no de un producto.</p>
R11	<p>Hablando estadísticamente las posibilidades de tener una niña es de 52% pero de ese 52% tal vez no era necesario usar Gender Choice.</p> <p>Porque de ese 52% los genes antes de usar Gender Choice ya iba a dar como resultado una niña entonces este experimento si lo volvieran hacer los resultados cambiarían completamente.</p>	<p>No.</p> <p>Simplemente en este experimento para el Gender Choice solo hay 2 resultados niño y niña entonces las posibilidades son del 50% con o sin Gender Choice.</p>	<p>Las 52 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Porque las posibilidades de que sea niño o niña es de 50% con o sin Gender Choice.</p>
R12	<p>Que funciona, pero sé que en realidad no.</p> <p>Porque hubieron 52 de 100.</p>	<p>No.</p> <p>Las probabilidades siempre han sido mayoritarias a tener niñas. Actualmente simplemente en el país hay más mujeres.</p>	<p>Las 52 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Es más probable que nazcan más niñas siempre.</p>
R13	<p>Es un producto con un 50% de efectividad.</p> <p>A partir de la decisión de la pareja, la efectividad del producto a partir del 1er día de uso, el incremento y posibilidad de tener una niña aumenta positivamente.</p>	<p>No se no lo he probado.</p> <p>Mi pareja no quiere hijos.</p>	<p>Las 52 niñas nacieron debido al uso Gender Choice.</p> <p>La sugestión del inconsciente del ser humano provoca el nacimiento de la niña. Es como el embarazo ficticio.</p>
R14	<p>-----</p> <p>Porque siempre nacen más niñas por los cromosomas.</p> <p>Respuesta de probabilidad pues si se alteran los genes hay más posibilidades de que nazcan niñas.</p>	<p>Pues no.</p> <p>Porque científicamente está comprobado que nacen mas niñas que niños así que los cromosomas dan más niñas.</p>	<p>Los cromosomas hacen que nazcan más niñas.</p> <p>Por los cromosomas que son más X. Respuesta de probabilidad pues la mayoría nacen niñas.</p>
R15	<p>Que no funciona.</p> <p>Porque en las publicidades que vendían este producto aseguraron que se incrementaban las posibilidades de tener una niña por lo tanto pienso que por lo menos tuvieron que haber nacido 99 niñas de 100.</p>	<p>No.</p> <p>La mayor parte de la población tiende a tener una mujer en vez de un hombre, por otra parte el sexo de un bebe se define después de varios meses de gestación y no creo que pueda interferir un medicamento para elegir su sexo alteraría su organismo.</p>	<p>Las 52 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Reitero, no creo que un producto pueda alterar los organismos de un humano para poder elegir su sexo.</p>
R16	<p>Puede ser que el producto sea efectivo.</p> <p>Todo depende del funcionamiento del cuerpo del paciente y el buen o mal uso que le den. Si el producto funciona y se emplea correctamente 100 resultados serian positivos.</p>	<p>No.</p> <p>Ya que solo "publicidad" la que afirma que funciona el producto, no confiaría mucho en eso, pues las probabilidades de tener una niña son las mismas que las de tener un niño desde mi punto de vista. Tal vez, si el producto está científicamente probado puede que ayude mas no que sea seguro.</p>	<p>Las 52 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Como dije, las probabilidades de tener una hija o un hijo son las mismas.</p>

Problema 1 Parte B			
	a) Si de las 100 parejas que usaron Gender Choice, 90 tuvieron niñas ¿Qué puedes concluir acerca de Gender Choice? ¿Por qué?	b) ¿Crees que Gender Choice de verdad funciona? ¿Por qué?	c) ¿Qué crees que sea más probable? ¿Por qué?
R1	Que el producto no funciona. Porque no se presentan datos estadísticos que demuestren que el producto funciona.	No. Porque se sigue manifestando que fue al azar y no por el producto.	Las 90 niñas nacieron por el azar. Porque sigue siendo coincidencia no porque el producto en verdad funciona.
R2	Sigue siendo el mismo azar el que inclina la balanza a favor de las niñas. Porque solo nos hablan con estadísticas todavía.	No. Porque no hay ninguna prueba o diagnostico medico que diga que si es por el producto que se vende y no por el azar.	Las 90 niñas nacieron por el azar. Como conteste la pregunta anterior sigue siendo azar y hasta que no hagan pruebas medicas no sirve.
R3	Que si funciona, aunque no es 100% confiable. Si de 100 parejas solo 90 tuvieron niña quiere decir que es 90 % de probabilidades de acertar.	Si. Porque la estadística que conozco es del 80% mujeres 20% hombres por lo tanto aumento el porcentaje de obtener niña.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Porque aumento un 10% la probabilidad de tener niña.
R4	Que el producto tal vez si puede llegar hacer muy efectivo. Por que más del 50% obtuvieron una niña.	Si. Fue más eficaz esta vez.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Porque se está presentando que el producto si es mas eficaz.
R5	Que Gender Choice es efectivo. Por que el 90% de los nacimientos fueron niñas.	Si. Porque al tomar Gender Choice sólo el 10% de los nacidos fueron hombres.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Porque la mayoría nació niña.
R6	Que el producto es efectivo. Porque es un porcentaje muy alto y existen más probabilidades que por el uso de Gender Choice hayan tenido niñas.	Si. Por las pruebas realizadas y por el resultado fue exitoso.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Por el porcentaje obtenido en el experimento.
R7	$\frac{90}{100}$ = fueron niñas. No funciona. Porque aunque la probabilidad de que sea niña es del 90% no creo que un producto tenga la posibilidad de hacer que el bebe sea niña.	No. Porque la probabilidad es de 90 de 100, aunque no sea muy grande de que solo 10 no sean niñas, no creo que un producto pueda hacer que el bebe sea niña.	Las 90 niñas nacieron por el azar. Porque la probabilidad de que hayan nacido por el uso del producto no es del 100%, las 90 niñas que nacieron no necesitaron usar el producto, ya que un hijo tiene la probabilidad del 80% de ser niña o niño.
R8	Que si sirve. Porque rebasa el porcentaje de probabilidad por azar.	Si. Porque tan solo un 10% tuvo niño, la mayoría tuvo niña.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Por que tan solo 10% no fueron niñas. Más del 50% fueron niñas. Hay probabilidad del 50% para niña y 50% que sea niño y rebasa la probabilidad.
R9	Que influyen en los genes del feto. Pues ya que en un embarazo todo influye por lo cual medicamentos están prohibidos durante el embarazo. Este producto tiene que tener un activo hacia la fertilidad la cual va ligada al feto y su estructura genética.	No pero influye durante la gestación. Pues lo que nos menciona que de 100, 90 fueron mujeres lo cual nos indica que este influye en la genética durante la gestación.	Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice. Pues ya que este producto va dirigido a la gestación y por lo tanto influye en el feto.

R10	<p>Nada.</p> <p>No podría concluir nada, ya que la probabilidad esta en los genes de la pareja mas no en determinado producto que no tiene los mismos efectos en todos los organismos.</p>	<p>No.</p> <p>Un producto no puede influir en los genes humanos mucho menos si no se tiene un seguimiento.</p>	<p>Las 90 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Cada organismo es distinto, por lo cual al mezclar los genes en cada pareja es distinto, no depende de un producto. Podría ser coincidencia, sugestión o azar más que el uso del producto</p>
R11	<p>En este caso que si funciona.</p> <p>Porque la estadística de 90/100 da a entender que aunque haya personas que ya iban a dar una niña aunque volvieran dar la misma prueba esta sería alta.</p>	<p>Si.</p> <p>Porque si funciona</p>	<p>Por Gender Choice.</p> <p>Por la alta probabilidad.</p>
R12	<p>Puede que sí, pero si lo piensas bien no.</p> <p>Las probabilidades son de 4, 3 son mujeres y 1 hombre, aunque hay veces que son 2 y 2.</p>	<p>No.</p>	<p>Las 90 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Es más probable que nazcan más niñas siempre.</p>
R13	<p>Que es un producto que manipula a nivel ADN el genotipo del ser humano.</p> <p>La falta de efectividad da al usuario una probabilidad de tener y al mismo tiempo ser manipulado genéticamente.</p>	<p>No sé.</p> <p>Porque no le he usado.</p>	<p>Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice.</p> <p>La ingeniería genética es cada día más avanzada.</p>
R14	<p>Que altero los genes y pueden hacer que nazcan niños homosexuales.</p> <p>Pues hace que puedan nacer más niños homosexuales.</p>	<p>No.</p> <p>No creo que se pueda modificar los genes ya que si se llegan a hacer podían nacer niños homosexuales.</p>	<p>Las 90 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Pues porque iban a nacer niñas.</p>
R15	<p>Que sigue sin funcionar.</p> <p>Porque para que algo quede más que comprobado que sirve tienen que tener resultados por lo menos del 99%.</p>	<p>No.</p>	<p>Las 90 niñas nacieron por el azar.</p> <p>Porque hay mayor densidad de población femenina y esto es más probable.</p>
R16	<p>-----</p> <p>En este caso tal vez el producto sea efectivo, y las parejas hayan usado Gender Choice correctamente.</p>	<p>Si.</p> <p>Si las 100 mismas parejas las usaron eso lo comprueba.</p>	<p>Las 90 niñas nacieron debido al uso Gender Choice.</p> <p>El uso del producto adecuado aumento las posibilidades.</p>

Problema 2 Parte A			
	a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 8 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
R1	Que hubo una mayoría que mejoro con delfines. Estadísticamente se están demostrando que de las 15 personas que nadaron con delfines 8 mejoraron.	No al 100% pero si influye de cierta manera. Porque la estadística muestra que solo fueron 8 personas de las 15, de haber sido las 15 personas seria más posible que si lo crea.	Porque quizá de una o de otra manera influya. Porque como lo mencione anteriormente si hay cierta influencia de los delfines, pero los 5 pacientes restantes que no nadaron con delfines y también mejoraron eso es lo que deja en duda si de verdad funciona con los delfines.
R2	Que hubo grandes mejoras con delfines. Porque según la grafica y la tabla (y estudios realizados) si existe una mejor estimulación cerebral debido a los sonidos que emiten los delfines.	No al 100% de estos pero si ayuda mucho. Porque hasta a mi me quita la depresión nadar con delfines en mi playa privada.	Pues muy poca. Ya que hay ya están las probabilidades están 8 a 13.
R3	Que ayuda a combatir más rápido la depresión. Supongo que este método si funciona ya que mejoraron más personas con la terapia con delfines.	Si. Una explicación muy fácil y lógica es que aparte de nadar y bucear se divierten con estos animales, ayudándolos a distraerse de sus problemas.	Supongo que es muy probable. Puede ser que solo dependía de las personas y su forma de ser.
R4	Que la terapia con delfines si funciona. En las estadísticas y los resultados lo demuestran.	Si. Pues tan solo con practicar la natación es un ejercicio para lo mismo con ayuda del delfin pueda ayudar a que sea más efectiva la terapia.	Si. Los pacientes que fueron elegidos eran más propensos a la depresión.
R5	Que la terapia solo es poca efectiva. Mayor número de pacientes no mejoraron.	Si. Tal vez nadar con ellos produzca una sustancia en el cuerpo que ayude a reducir la depresión.	8/13 pacientes mejoraron. Por el azar.
R6	Que son efectivas y ayudan al mejoramiento.	Si. Porque fue mayoría los pacientes que mejoraron.	Aproximadamente 50%. Porque si las pruebas fueron al azar tienen las mismas probabilidades.
R7	Terapia que funciona en la depresión o relajación. Porque son animales divertidos y amigables, nadar con ellos ayuda a salir de depresión, hacer ejercicio para los niños o jóvenes con alguna discapacidad.	Si. Porque te ayudan a relajarte, son muy juguetones y amigables.	8/13. Porque nadar con delfines es más divertido y dinámico, te entretienen y son cariñosos.
R8	Que sirve nadar con delfines. Porque fue más porcentaje de las personas que mejoraron nadando con los delfines que los que no.	Si Porque las estadísticas lo marcan.	Pues poco. Porque apenas rebasa el 50% de probabilidad.
R9	Que influye para la cura de la depresión. Pues ya que puede ser debido a que sirvió como una distracción de sus problemas etc. Y sin delfin solo es un nado simple lo cual no los distrae de su mentalidad depresiva.	Pues sirven como distracción. Pues ya que la mente puede desviarse o "desconectarse" de los problemas en base de una distracción agradable.	Pues ya que su mente no estaba sugestionada o su depresión no es de un grado alto. Pues ya que el azar existe pero en la mente todo influye desde problemas hasta experimentos agradables como lo es este caso.

R10	Es una terapia que funciona por el grado de estímulo y acercamiento con la naturaleza, puedes relajarte. El contacto con animales pacíficos, el acercamiento al deporte genera buena energía y pensamientos positivos.	Si. No solo a pacientes con depresión, si no, en cualquier enfermedad que permita el ejercicio; ya que es un estimulante y recreativo.	$\frac{8}{13}$ = están con delfines. No creo que sea el azar, ya que hay un seguimiento y porcentaje para cada grupo que se debe seguir.
R11	Que no es mucha la diferencia. Porque la diferencia de estadísticas de una entre otra no es mucha por lo que no se puede llegar a una solución verídica.	Tal vez. Porque falta hacer más pruebas y experimentos por que inclusive pueden recaer.	50%. Porque a mí no me quita la depresión yo voy a la playa privada de Eden a nadar con delfines.
R12	Que funciona. Científicamente los delfines son terapéuticos y el agua relaja por eso es que simplemente nada más 5 mejoraron.	Si y niños con discapacidad. Como ya mencione los delfines y el agua científicamente relajantes y terapéuticos.	Depende de uno mismo. Aun así les queda el agua, el agua es relajante.
R13	El nadar con delfines ayuda a la mente humana. Depende de qué tipo de depresión sufra el paciente y al medio de distracción para esta persona.	Más o menos. El hecho de pasar en tu vida por una situación depresiva, afecta en ciertos aspectos quizá, si en su vida no han visto y nadado con un delfín puede que salgan adelante y pasan este trauma depresivo. Sin embargo la depresión solamente se supera olvidando el hecho postraumático.	No sé, es cuestión de quien los asigne. Depende del grado de depresión y en qué aspecto de la vida son afectados.
R14	Que sirve nadar con delfines. Pues se nota el mejoramiento.	Si. Pues es una terapia relajante.	El 100% mejoraría. Porque es relajante nadar.
R15	Que un delfín puede ser una terapia para algunas personas. Puedo suponer que nadar con un delfín es divertido y una distracción por lo tanto puede ayudar a una persona con depresión.	Si. Pues es un relajante el hecho de estar en el agua y es una forma de distraerse y olvidarse de sus problemas.	No. También puede ser debido a la forma de pensar de cada persona y las ganas que tengan que salir de la depresión.
R16	Ayuda mucho. Los delfines son casi tan inteligentes como el ser humano, tal vez eso influya durante el tratamiento.	Si. Al combinar el nado con delfines, se crea un ambiente de tranquilidad y relajación.	No es coincidencia. La mayoría de los pacientes en el grupo con delfines mejoraron, si los grupos estuvieran invertidos, es la misma probabilidad de mejorar.

Problema 2 Parte B			
	a) ¿Qué puedes concluir acerca de nadar con delfines? ¿Por qué?	b) ¿Crees que nadar con delfines ayude a pacientes que sufren depresión? ¿Por qué?	c) ¿Qué tan posible es que 10 de los 13 pacientes que mejoraron hayan quedado en el grupo con delfines debido al azar? ¿Por qué?
R1	Que de cierta manera si influye al mejoramiento de los pacientes. Porque si es un tratamiento después de cierto tiempo los resultados cambian, y se demuestra estadísticamente.	Con estos resultados es más seguro. Porque fue una mayoría la que mejoro con delfines aunque sigue en duda que influyo a que las otras tres personas que no nadaron con delfines mejoraron.	Pues eso es lo que queda en duda. Porque si no fue por los delfines entonces ¿Qué es lo que influyo a que las personas mejoraron? Quizá fue el nadar y sacar todo el estrés contenido.
R2	Que sirve para eliminar la depresión. Porque siempre y cuando los pacientes tengan indeterminación para mejorar con ayuda de un "efecto placebo" lo podrá hacer ya decía Einstein "no existe fuerza motriz más fuerte que la voluntad"	A veces Les ayuda a olvidar las razones de su depresión y comenzar a olvidar esos.	Pues no se estadística no sabría decirles. Se necesita hacer un procedimiento de estadísticas para poder lograr un resultado conciso.
R3	Que si ayudaría a curar la depresión. Pues, sería ya muy poco probable que fuera producto del azar.	Si. Les ayuda a distraerse, y a convivir con los animales lo cual ayuda a ver la vida desde otro punto de vista.	Muy poco. Supongo que ya sería muy poco probable, tendría que ponerlos ahora en el otro grupo y ver el resultado.
R4	Que si ayudo a los pacientes. Los resultados lo demostraron.	Si. Es un buen ejercicio para las personas.	Si. Tal vez porque esos pacientes tenían mayor depresión.
R5	Que la terapia es efectiva. Ya que la mayoría de los pacientes mejoro.	Si. Puede liberar una sustancia en el cuerpo nadar con delfín.	10/13 tienen probabilidad de mejorar. Porque la terapia es efectiva
R6	Que es efectivo el tratamiento. Porque en las pruebas más del 60% hubo mejora.	Si. Porque hay más probabilidad de ser efectivo nadar con delfines; esto por las pruebas.	Rebasa el 50%. Porque fueron mayores las probabilidades de que hayan sido por el azar.
R7	Funciona. Porque es más dinámico y entretenido.	Si. Porque son divertidos y juguetones, convivir con ellos hace que tus emociones cambien.	10/13. Porque el nado con delfines te anima porque es dinámico y puedes convivir con ellos a base de juegos.
R8	Que sirve. Porque es mayor el porcentaje.	Pues sí. Porque tanto en la 1era como en la 2da tabla el porcentaje de los pacientes que mejoran es mayor.	Es poco probable. Porque rebasa más del 50% que es la probabilidad.
R9	Que esto sirve como una distracción y experiencia agradable. Pues ya que una experiencia agradable podría ayudar como distracción mental la cual hiciera a un lado el problema o experiencia mala por una experiencia agradable.	Si. Pues este serviría como distracción de la mala experiencia o problema plasmado en la mentalidad del paciente, reemplazándola por una experiencia agradable.	Pues ya que depende del grado de depresión. En la mente el ser humano están fuerte que solo necesita razonar el problema para encontrar la solución.

R10	Que es una terapia muy benéfica. Porque ayuda a relajarse, estimula el cuerpo y los sentidos, por eso en la prueba son más los beneficiados.	Si. Provoca relajación, tranquilidad, paz. Encuentran algo que hacer productiva y dejan sus pensamientos nocivos.	La probabilidad es una de 13. Si todos presentan la misma enfermedad, el grupo fue seleccionado siguiendo un determinado número.
R11	Que se quita la depresión en los pacientes. Ya que se ve en los resultados un gran aumento de mejora con los que nadan con delfines.	Si. Porque las probabilidades son altas según el experimento pero es probable que se presenten mejores resultados con el paso del tiempo.	Nula. Porque la estadística de 10 de 13 bajaría sustancialmente demasiado.
R12	Que funciona. Reitero los delfines y el agua son terapéuticos y relajantes.	Si y niños con capacidades diferentes. Reitero los delfines, el agua es terapéutica y las ganas de salir adelante.	Vuelvo a mencionar todo depende de uno. Al final todo depende de uno mismo.
R13	La terapia con delfines es efectiva. Provoca una mejora en el estado mental de las personas, el delfín tiene un comportamiento amistoso y confiable, sustituye la falta de atención por la cual pasa la persona en estado depresivo.	Si. No sé, bueno de hecho ya lo explique en la pregunta anterior.	Poco probable. La depresión (vuelvo a mencionarlo) se supera olvidando el motivo por el cual se sufre esta, depende del nivel sociocultural de la persona, y como afrontar la realidad, el hecho por el cual pasa la persona por esta depresión.
R14	Que si sirve nadar con delfines. Pues porque en las graficas así lo dicen y es relajante.	Si. Porque es relajante estar con un animal acuático y estar en el agua.	El 100% si mejoraría. Pues estar en el agua relaja.
R15	Que los delfines siguen funcionando. Es una forma de relajarse y olvidar la depresión claro dependiendo de cada persona.	Si. Porque son unos animales muy lindos y tiernos que relajan al cerebro.	No Es dependiendo de cada persona si no quiere seguir sufriendo pues muy su problema...
R16	Es un buen tratamiento. Es un ambiente relajado, que distrae al paciente de sus preocupaciones.	Si La natación es un deporte tranquilo, de relajación, con ayuda de delfín es corta el estrés y cansancio corporal	-----. También depende del interés por parte del paciente, si él se propone y quiere liberarse de esa depresión, con ayuda del tratamiento lo lograra.

Problema 1 Parte C		
	a) ¿Cuál es la menor cantidad de niñas que tiene que nacer para que decidas que el producto si funciona? ¿Por qué?	b) ¿Cuál es la mayor cantidad de niñas que tiene que nacer para que decidas que el producto no funciona? ¿Por qué?
R1	De 95 a 100. Porque es una cantidad más fiable siempre y cuando se presenten pruebas de que en verdad fue por el producto.	No tengo un número específico. Porque así pueden nacer 30 niñas como 100 pero no hay pruebas estadísticas que demuestren que fue o no por el producto.
R2	No es tanto la cantidad de niñas si no que importan más los procedimientos. Simplemente en este “mundo desbocado” pasamos de ser personas “seres sociales” a ser mera mercancía a la cual se le puede hacer creer que todo se puede con productos milagros.	Es igual. Con lo de arriba contesto todo.
R3	90%. Porque lo que sucede al azar es 80% probabilidad de obtener mujer y 20% hombre, es decir que si aumenta la probabilidad aunque no es 100% eficaz.	50%. Por que el 50% de probabilidad es producto del azar, no me convencería que fue por usar Gender Choice.
R4	93 niñas. Porque no hay producto que te certifique que es 100% efectivo.	10 niñas. Son muy pocas las personas que obtuvieron tal vez al azar.
R5	El 99%. Porque para que un producto sea efectivo tiene que tener el mínimo margen de error.	50 niñas. Ya que la probabilidad es la misma de nacer hombres y mujeres.
R6	Más del 60%. Porque un porcentaje menor a 60, puede ser por el azar.	Menos del 50%. Porque las causas pueden ser debido a otros elementos y no solamente por el producto.
R7	Ninguna. No necesariamente necesitas de un producto ya que los genes que tiene el bebe no va a cambiar usando el producto.	Ninguna. Un producto no va a hacer el sexo de un bebe.
R8	99% Porque así tan solo 1% no tuvo niña y por lo tanto si sirve de lo contrario, significaría que sucedió azar.	50%. Porque es el 50% que hay de probabilidades que sea niño o niña.
R9	50 de 100. Pues así la posibilidad estaría 50 a 50 lo que nos indicaría que el producto no influye durante la gestación y solo va dirigido a la fertilidad.	55 a 50 niños de 100. Pues ya que esto es una variación y no se puede decidir sobre la sexualidad del feto.
R10	Ninguno. Creo que se debe llevar un seguimiento completo y falta mucha investigación para poder inferir en el sexo de un bebe, no depende de un solo producto.	Nada. No depende del producto no le doy crédito a este.
R11	80%. Porque debajo de este aunque sea 70% todavía la probabilidad esta 50% a 50%.	10%. Por qué se ve la deficiencia del producto.
R12	Siempre nacerán más niñas. Es que más bien funcionaria para tener niños y en realidad es lo que quieren las parejas y nunca se va a poder que nazcan menos niñas que niños.	Más bien funcionaria. Porque el fin del producto es que nazcan niñas.

R13	70 niñas. Porque rebasa la tasa promedio de generar que nazcan niñas.	10 niñas. Así se prueba que la efectividad del producto es nula.
R14	Primero tenía que ver que funciona, pero como probabilidad de 89 niñas. No creo que funcione el producto, no es que no tenga imaginación, pero tendría que nacer más del 80% niña.	98. Pues nacen más niñas que niños.
R15	100 de 100. Si salen 100% de pruebas positivas que como mínimo hasta yo lo compraría.	200 de 200. Para que sea más seguro el resultado.
R16	90-100. Eso demuestra que el producto funciona correctamente y claro, que no haya secuelas durante el embarazo y el parto.	Menos de 30. Eso indicaría que el índice de probabilidad se desequilibra y por tanto el producto no funciona.