PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICA EN INGENIERÍA. DESCRIPCIÓN DE UN CAMBIO EXITOSO EN EL DICTADO DE LA ASIGNATURA.

Magdalena Dimitroff, José Conforte, José Luis Zanazzi, Laura Boaglio
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba
magdadimitroff@gmail.com; jmconforte@yahoo.com; jl.zanazzi@gmail.com;lauraboaglio@gmail.com
Experiencias de Cátedra
Palabras Clave: estudio independiente, trabajo colaborativo, percepción de los alumnos

Resumen: Probabilidad y Estadística es una asignatura común a las carreras de ingeniería que se imparten en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. En el año 2000 se introdujeron cambios sustanciales en el modelo de enseñanza de la materia, obteniéndose hasta la fecha importantes mejoras tanto en términos cualitativos como cuantitativos. En dicho año, se adopta un modelo que estimula por diferentes medios la construcción del conocimiento. La propuesta tiene al alumno como eje del proceso y promueve el estudio independiente con el apoyo de estrategias típicas del "aprendizaje basado en problemas".

Introducción

Probabilidad y Estadística es una asignatura común a las carreras de ingeniería que se imparten en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.
La probabilidad y la estadística son producto de la confrontación de la matemática con la realidad, originada por la incontrolable y múltiple causalidad de los acontecimientos (incertidumbre).
El método científico se dirige entonces a la búsqueda de la parte invariante que emerge de la variabilidad.
Mediante la síntesis, la representación, el análisis y la interpretación de la información, la estadística logra establecer una ligazón procedente entre pasado y futuro. Este vínculo, posibilita la toma racional de decisiones bajo condiciones de incertidumbre.

Fundamentación

Concepción del aprendizaje

No existe una definición consensuada y exhaustiva de aprendizaje, ya que se trata de algo sumamente complejo, que abarca tantas variables como dimensiones humanas existen. No obstante parece haber acuerdo en entender el aprendizaje de un modo abarcador, como una totalidad estructurada e integrada, a través de un conjunto de relaciones que posibilitan cambios significativos.
Es factible aproximarse al concepto de aprendizaje si se recurre a algunas de las ideas de los especialistas en el tema: Piaget afirma: "sólo hay aprendizaje a través de la acción" y más adelante especifica con claridad el tipo de actividades que requiere al plantear "...se trata de la actividad propia del alumno...., con una finalidad problematizada.... Solo hay aprendizaje cuando el alumno percibe un problema para resolver, es decir cuando reconoce el nuevo conocimiento como medio de respuesta a una pregunta."
Es así que, las nuevas teorías del aprendizaje parten de que el organismo de los seres humanos es naturalmente activo. El aprendizaje ocurre debido precisamente a esta actividad, se construye -constructivismo- mediante la experiencia interna en la cual intervienen una estructura y un proceso, diferentes en cada individuo. Desde este punto de vista el agente del aprendizaje es el alumno y el docente es el orientador y facilitador. Por lo tanto el docente debe utilizar recursos externos, que contemplen las particularidades del alumno, para fomentar y enriquecer esta actividad interna, que se considera requisito ineludible para el aprendizaje.

Concepción de la enseñanza

Una de las tendencias actuales consiste en acentuar la transmisión de los procesos de pensamiento sobre la transmisión sólo de contenidos.
Privativamente, los contenidos matemáticos tienen un valor distintivo, que reside en el hecho de que pueden utilizarse como campo de operaciones privilegiado para la tarea de hacerse precisamente de formas de pensamiento eficaces.
En definitiva, en todo el proceso de enseñanza-aprendizaje el eje principal ha de ser la propia actividad dirigida con sentido común por el profesor, se trata de lograr armonizar e integrar adecuadamente las dos componentes que lo integran: la componente heurística, es decir la atención a los procesos de pensamiento, y los contenidos específicos del pensamiento matemático.

Desarrollo

Metodología de enseñanza-aprendizaje

Las concepciones de aprendizaje y enseñanza y las particularidades de la disciplina científica deben conjugarse al hacer la elección de las metodologías de conducción del proceso.
El aprendizaje de las ciencias, en especial la matemática, presenta dificultades para muchos estudiantes. En un intento por cubrir todos los temas, muchas veces se utilizan estrategias didácticas que son eficaces para

transmitir más que para aprender. En ocasiones, se piensa que si los estudiantes pueden resolver ejercicios y/o problemas, es porque comprenden los conceptos y el razonamiento subyacente necesarios para arribar a una conclusión, pero ocurre que lo hacen de una manera mecánica.
Poner énfasis en la comprensión conceptual por un lado, y en la resolución de ejercicios/problemas por otro, de manera separada, tampoco es una situación que conduzca a resultados deseables.
En función de lo mencionado, se propone entonces pensar en que el análisis conceptual y la resolución de ejercicios/problemas deben trabajarse de manera conjunta, apoyándose mutuamente, y adoptar como estrategia didáctica la denominada "Resolución de Problemas" y otras técnicas acordes y complementarias.
Es importante destacar que la implementación de estas estrategias tiene por objeto que el alumno asuma un papel diferente, más dinámico y reflexivo acerca de lo que hace, cómo lo hace y qué resultados obtiene. En tal sentido, se hace necesaria una conversión, que no sólo es del estudiante en sujeto activo, constructor de su conocimiento y responsable de su aprendizaje, sino también del profesor que se transforma en un facilitador que ayuda a desarrollar habilidades tanto de análisis conceptual como de resolución de problemas.
Es posible decir entonces, conforme a los expertos en el tema, que abordar la enseñanza de la asignatura mediante "Resolución de Problemas", supone evitar la simple memorización. Para ello, resulta conveniente teniendo en cuenta las teorías constructivistas y los principios del aprendizaje significativo y colaborativo, generar entornos heurísticos centrados en los alumnos, donde además de comprender los contenidos puedan investigar, buscar y establecer nuevas relaciones.

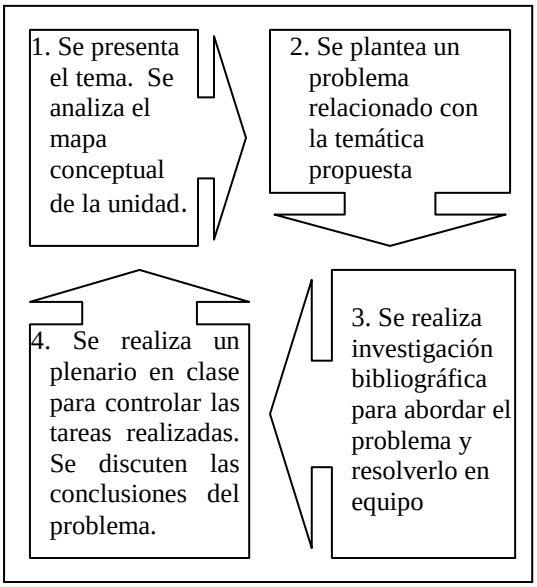

Figura 1. Esquema de trabajo propuesto

Las actividades que realizan los estudiantes, inherentes a las metodologías propuestas, promueven los siguientes aprendizajes:

- Comunicación de resultados (de manera oral, gráfica y escrita).
- Pensamiento crítico.
- Creatividad.
- Toma de decisiones ante situaciones nuevas.
- Conducción del propio aprendizaje.
- Identificación, búsqueda y análisis de información necesaria para temas particulares.
- Comunicación de ideas y pensamientos en distintas situaciones.
- Trabajo colaborativo.
- Identificación de las propias fortalezas y debilidades, tomado las medidas necesarias para mejorar.

Cabe mencionar el uso de la tecnología como recurso didáctico. Si bien se reconoce que en determinadas situaciones favorece el aprendizaje y es necesaria su incorporación, se considera que es preferible poner el acento en la comprensión de los procesos matemáticos, que posibilitan la adquisición de modos de pensamiento, más que en la ejecución de ciertas rutinas, ya que lo verdaderamente importante es la preparación para el diálogo inteligente con las herramientas informáticas, que por otro lado están en constante evolución.

Finalmente, como síntesis de la propuesta, el siguiente cuadro resume las actividades que se desarrollan en cada unidad:

Objeto de estudio	Actividades que se realizan	**Participación que favorece**
Cada una de las unidades temáticas	Exposición dialogada del profesor (muy sintética).	Ambiente colaborativo (alumno-profesor)
	Estudio Individual. Búsqueda y Análisis de Información. Tareas individuales.	Estudio independiente
	Análisis y Discusión en grupos. Resolución de problemas.	Ambiente colaborativo (alumno-alumno)
	Presentación de Informes y defensa del trabajo	Ambiente colaborativo (alumno-profesor)

Concepción de la evaluación

El evaluar es una de las tareas más difíciles, ya que frecuentemente se ven las notas como una medición de la valía personal y no como resultado del trabajo realizado

Las clasificaciones son algo inherentemente subjetivo, aunque es posible minimizar la subjetividad y tornar positiva la situación de evaluación si se tiene claridad sobre lo que concretamente se quiere evaluar. Esto se facilita si se identifican y se hacen explícitos todos los elementos que intervienen y éstos se comunican a los alumnos.

En toda asignatura se acentúa el manejo de un cuerpo de conocimientos, por lo tanto en primer lugar una evaluación se clarifica delimitando específicamente los contenidos y aplicaciones que se incluyen en la misma.

Otro elemento importante es explicitar los objetivos, es preciso aclarar qué se espera que los alumnos logren hacer mediante los contenidos propuestos. Formulados los objetivos, es necesario identificar las competencias que deben poner en evidencia los alumnos, como reflejo de la consecución de los mismos, ya que son justamente las competencias –comportamientos concretos– las que permiten obtener los resultados que se constituyen en los referentes objetivos de la evaluación.

Para ayudar al alumno en su presentación, se incorporó una rúbrica en la cual se puntualizan las dimensiones que se evaluarán tanto en la presentación del trabajo escrito como en su defensa oral. En este instrumento se indica para cada aspecto, qué significa que el trabajo esté excelente, qué significa que esté muy bueno, regular o que necesite mejoras. La rúbrica utilizada se presenta en el Anexo II.

Relaciones de comunicación

Es necesario otorgar un espacio aparte y dentro de este marco de referencia al fenómeno humano de la comunicación, algo que no se debe perder nunca de vista.

Es importante reconocer que entre el docente y los alumnos se establece un contrato, una parte de este contrato está explícito –programa, forma de evaluación, etc.– y otra parte está implícita y se transmite a través de las actitudes y el comportamiento del docente. Solo el conocimiento exhaustivo de la totalidad hace posible al docente el respetar ambas partes del contrato, fundamental para el aprendizaje de sus alumnos.

La relación docente-alumno es asimétrica. Es el docente, avalado por la acreditación que le dan su curriculum personal, su experiencia y en definitiva la institución que lo pone a cargo de la cátedra, el que pone "*las reglas del juego*".

Es tarea del docente hacer explícitas estas reglas, no solo las estrictamente académicas, sino las que tienen que ver con sus acciones concretas en cada situación, procurando ser lo más exhaustivo posible y por sobre todo no traicionar estas reglas, ni aún las implícitas, que deberían estar conscientes en el docente aunque no pueda expresarlas. Esto contribuye a establecer una comunicación no basada en relaciones de poder, el estudiante se enfrenta con esta asimetría desde otro lugar, tiene conocimiento de sus grados de libertad, puede hacer un seguimiento pautado del accionar del docente y accede a la posibilidad de hacer cuestionamientos si detecta desajustes.

Es relevante destacar el rol del docente como propiciador y garantizador de la interacción abierta al intercambio en las situaciones áulicas, basadas en: el respeto a la diversidad, el interés por los otros y la contención del grupo como referente ineludible.

Resultados

Dificultades detectadas para el aprendizaje de Estadística. Acciones implementadas y evolución de la tasa de promociones

La mayoría de los estudiantes recién inician sus estudios universitarios y en general no han adquirido conocimientos estadísticos en la escuela secundaria.

La ausencia de conocimientos previos, en particular del ejercicio del razonamiento lógico propio de la estadística, hace que se presenten dificultades de aprendizaje.

Más precisamente el problema didáctico principal se manifiesta al hacer la transición del análisis de datos a la inferencia. Esto hace necesario trabajar en las nociones básicas de las distribuciones de probabilidad, ya que frecuentemente la falta de comprensión de las mismas influye directamente en los errores de aplicación de los procedimientos inferenciales. También es importante poner particular atención al razonamiento estadístico subyacente y a la interpretación de los conceptos que utiliza la inferencia estadística.
Por otro lado frecuentemente se presentan dificultades, consecuentes de otras deficiencias en la formación media, como falta de comprensión de las consignas y limitaciones para la argumentación en la comunicación oral y escrita.
Las dificultades antes mencionadas para el aprendizaje de la estadística, son sólo algunas de las variables que inciden en la tasa de promoción de la asignatura. El bajo valor de la misma, respecto a las expectativas del equipo docente, determina que en el año 2000 se decida implementar nuevas estrategias *en la conducción del proceso de enseñanza-aprendizaje.*
Hasta ese año se utiliza como principal técnica didáctica la exposición por parte del docente y la realización, parte en clase y parte fuera del aula, de ejercicios/problema.
A partir de entonces se adopta como eje de la modalidad, para el abordaje de la asignatura, la estrategia didáctica antes mencionada de Resolución de Problemas, donde se estimula, la exploración bibliográfica por parte del alumno, el trabajo en equipo y la discusión grupal de las conclusiones de los trabajos propuestos. Esto sin dejar de atender el requerimiento de explicaciones pertinentes o la presentación, mediante exposición dialogada, de los temas más complejos.
Los resultados obtenidos a partir de la nueva práctica resultan muy satisfactorios y se reflejan en la evolución de la tasa de alumnos promocionados. La Fig. 2 permite observar esta evolución como así también la existencia de otro momento de marcado crecimiento de esta tasa, correspondiente al año en que se redujo la cantidad de estudiantes por comisión. Esto se consiguió gracias a la incorporación de nuevos docentes al equipo de trabajo.

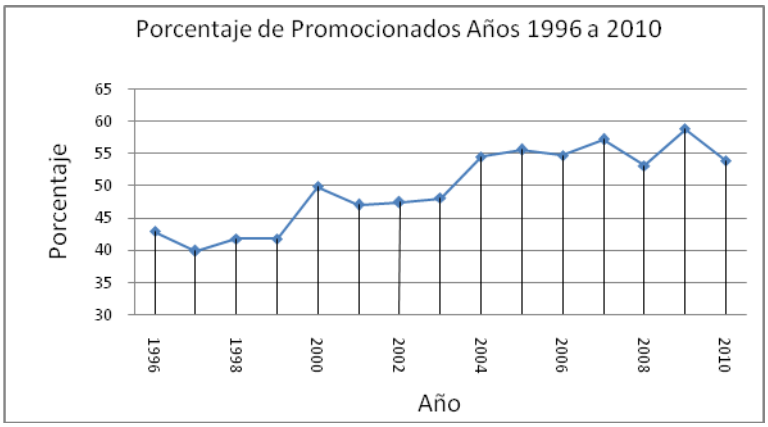

Figura 2. Evolución de la tasa de promoción.

En términos generales podríamos decir que existe una valoración positiva por parte de los alumnos sobre la modalidad de trabajo adoptada por la Cátedra. En particular la instancia de presentación de Trabajos Prácticos y su posterior defensa oral, es considerada por los estudiantes como una buena manera de "llevar" la materia al día, considerando que la discusión grupal en el momento de la defensa es útil para evacuar dudas y profundizar contenidos.
En cuanto a los aspectos que no agradaron de la propuesta cabe destacar la mención de la dificultad para trabajar en grupo, en general producida por la falta de tiempo o de coordinación personal, más que por el trabajo en equipo en sí mismo. También aparece como importante la referencia a la propuesta de una sola clase semanal, lo cual obliga al abordaje de una importante cantidad de contenidos en un solo encuentro.
Uno de los aspectos que generalmente no agrada a algunos alumnos es la Guía de Actividades. Se mencionan diferentes motivos, como por ejemplo la falta de contenidos teóricos, o la no resolución de los ejercicios propuestos. En cuanto a la primera, creemos que debemos prestarle especial atención ya que el planteo lleva a pensar que no se comprendió la metodología de trabajo propuesta en el sentido de usar la bibliografía como fuente, aspecto que la cátedra considera "no negociable". En definitiva los alumnos están solicitando, mediante este planteo, que se les facilite un "apunte teórico" del cual estudiar solamente "lo que corresponde". En relación con la segunda, no consideramos que deban presentarse las resoluciones a los ejercicios y problemas propuestos pero sí las respuestas, cuestión que ya se implementó en el corriente ciclo lectivo.
Pese a las críticas realizadas por los alumnos al material de trabajo, en términos generales los alumnos en encuestas realizadas al finalizar la cursada lo califican como bueno, muy bueno o excelente.
Del mismo modo, al realizar la valoración general de la propuesta en promedio el 90% de los alumnos que finalizan la cursada se considera satisfecho o muy satisfecho. Esta valoración altamente positiva nos indica que

la propuesta en términos generales fue bien recibida, y pese a los aspectos observados es considerada como un buen recurso didáctico para el desarrollo de la materia.

Conclusiones

Consideramos que la consulta ha sido sumamente útil ya que por un lado permite comprender cuál es la percepción del alumno acerca de la propuesta metodológica de la cátedra, mientras que por otro brinda elementos de juicio objetivos para detectar fortalezas y debilidades en la misma.
Entre las fortalezas cabe mencionar los Trabajos Prácticos Integradores. Esta actividad resulta altamente positiva ya que permite la integración de conocimientos, su aplicación para la resolución de situaciones reales, la discusión entre pares y la aclaración de dudas.
Desde nuestro punto de vista, creemos que también es destacable el hecho de que los alumnos deban presentar un trabajo escrito adecuado a cierto formato preestablecido y que deban expresarse oralmente, cuestiones estas que no están muy acostumbrados a realizar. Para ayudar al alumno en su presentación, a partir de este año se incorporó una rúbrica en la cual se puntualizan las dimensiones que se evaluarán tanto en la presentación del trabajo escrito como en su defensa oral. En este instrumento se indica para cada aspecto, qué significa que el trabajo esté excelente, qué significa que esté muy bueno, regular o que necesite mejoras.
En relación a las debilidades, creemos que la dificultad práctica más frecuente es la falta de tiempo de los alumnos para reunirse, estudiar en grupo y discutir los temas analizados. En la actualidad se proponen seis trabajos prácticos a lo largo del cuatrimestre, lo cual implica la presentación de una actividad cada dos semanas y a veces en semanas consecutivas. Entre los integrantes de la cátedra estamos analizando la posibilidad de reducir la cantidad de trabajos prácticos de modo que los alumnos dispongan de más tiempo para su elaboración.
En cuanto a la Guía de Actividades, consideramos válidas algunas de las observaciones como por ejemplo la falta de respuesta a los ejercicios. Este punto ya fue solucionado en la nueva edición del material. Sobre las observaciones acerca de la falta de contenido teórico en la guía, consideramos que es un punto importante, ya que este comentario indica que los alumnos que lo realizan no comprendieron suficientemente el objetivo de esa parte de la propuesta o bien no acuerdan con el enfoque de la Cátedra al respecto. En cualquiera de los dos casos sería importante brindarle un poco más de tiempo al tema metodológico durante los primeros encuentros, profundizando sobre la importancia de la utilización de bibliografía específica.
Sintetizando:

- Los trabajos prácticos y su correspondiente defensa son valorados como altamente positivos tanto por nosotros como por los alumnos.
- El trabajo de aula-taller propuesto, también constituye un aspecto positivo y valorado de ese modo por los alumnos.
- El material de trabajo requiere alguna modificación (ya realizada) pero sobre todo, requiere que se discuta más con los estudiantes de modo que comprendan el sentido de la estructura de este material.
- La cantidad de trabajos prácticos propuesta tal vez deba reducirse sin que esto afecte la integración de los temas bajo estudio, pero que permita mayor disponibilidad de tiempo para los alumnos.

Bibliografía Consultada

Ausubel, D. y otros. *Psicología educativa. Un punto de vista cognitivo*. Trillas. México, 1995.
Cunningham, G. K. *Evaluación en el aula*. Traducción de Calderón M. y González V. Universidad Nacional de Cuyo. Mendoza, 1998
Krajcik, J. y otros. *Un andamiaje de herramientas tecnológicas para promover la enseñanza y el aprendizaje de ciencias*. Aprendiendo con tecnología, (60-77). Buenos Aires: Paidós. 2000
Perkins D. *La escuela inteligente: Del Adiestramiento de la memoria a la educación de la mente.* Gedisa. Barcelona, 2001.
Piaget, J. *Psicología y pedagogía.* Barcelona: Ariel. Barcelona, 2001.

ANEXO II

RÚBRICA

Presentación del informe escrito y defensa oral

a- Informe escrito

Rango / Criterios	Excelente	Bueno	Satisfactorio	Requiere Mejoras
Presentación formal del informe	El informe consta de todas las partes requeridas y el contenido de cada una es el pertinente.	El informe consta de todas las partes requeridas aunque se observa cierta confusión del contenido pertinente a cada una.	En el informe se observa la ausencia de alguna de las partes solicitadas.	No respeta el formato requerido para el informe.
Selección y utilización de herramientas de análisis	Se seleccionan las herramientas adecuadas, y se las implementa correctamente.	Se seleccionan las herramientas adecuadas, pero se cometen algunos errores de implementación.	Se seleccionan las herramientas adecuadas, pero no se las implementa correctamente.	No se seleccionan las herramientas adecuadas.
Utilización del lenguaje técnico específico	Se utiliza correctamente el leguaje técnico específico y la simbología correspondiente.	Se utiliza correctamente el lenguaje técnico específico aunque con ciertas dificultades en la simbología.	Se utiliza el lenguaje técnico específico y la simbología con algunos errores.	No utiliza el lenguaje técnico específico o lo utiliza incorrectamente.
Rango / Criterios	**Excelente**	**Bueno**	**Satisfactorio**	**Requiere Mejoras**
Análisis de resultados	Se realiza un correcto y completo análisis estableciendo relaciones entre los resultados obtenidos.	Se realiza un correcto análisis pero no establece todas las relaciones posibles entre los diferentes resultados obtenidos.	Se realiza un correcto análisis de resultados pero no establece relaciones.	No se realiza un correcto análisis de resultados.
Elaboración de conclusiones	Se formulan conclusiones coherentes con el análisis de resultados y que permiten la toma de decisiones.	Se formulan conclusiones coherentes con el análisis de resultados aunque no queda claro la decisión a tomar.	Se formulan conclusiones con algunas incoherencias leves en relación con el análisis de resultados.	Se formulan conclusiones que no responden al análisis de reslutados realizado.
Exploración bibliográfica	El informe evidencia abundante exploración bibliográfica y se la utiliza correctamente.	El informe evidencia exploración bibliográfica y se la utiliza correctamente.	El informe evidencia exploración bibliográfica aunque no se la utiliza correctamente.	El informe no evidencia exploración bibliográfica.

b- Defensa oral

Rango / Criterios	Excelente	Bueno	Satisfactorio	Requiere Mejoras
Organización de la exposición	La exposición está organizada de manera coherente con los objetivos planteados en el problema.	La exposición está organizada de manera coherente aunque algunos objetivos no son tenidos en cuenta.	La exposición tiene momentos de confusión y se observa poca claridad en relación con los objetivos planteados.	La exposición es confusa y se observa desconocimiento de los objetivos planteados para el trabajo
Expresión y comunicación	Se expresan utilizando correctamente el lenguaje técnico y comunican claramente sus ideas.	Utilizan correctamente el lenguaje técnico específico pero no comunican con claridad sus ideas.	Cometen errores en la utilización del lenguaje técnico específico y hay poca claridad en la comunicación de sus ideas.	No utilizan correctamente el lenguaje técnico específico y no comunican claramente sus ideas.
Participación de los integrantes del grupo	Participan de manera pertinente y colaborativa en la exposición del grupo mostrando dominio del tema.	Participan de manera pertinente y colaborativa en la exposición grupal pero no evidencian profundo conocimiento del tema.	Hay integrantes que participan esporádicamente en la exposición grupal.	Hay integrantes que no participan en la exposición grupal.
Rango / Criterios	**Excelente**	**Bueno**	**Satisfactorio**	**Requiere Mejoras**
Debate grupal	Ante preguntas y/o planteos de compañeros o del docente, presentan argumentos sólidos que contribuyen a sostener un debate.	Ante preguntas y/o planteos de sus compañeros o del docente, responden de manera correcta pero que no dan lugar a debate.	Ante preguntas y/o planteos de sus compañeros o del docente, no tienen argumentos sólidos para sostener sus posiciones.	Ante preguntas y/o planteos de sus compañeros o del profesor, no responden o lo hacen de manera incorrecta.