

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA
FACULTAD DE MATEMÁTICA, ASTRONOMÍA Y FÍSICA

Metodología y Práctica de la Enseñanza

Informe Final del Profesorado de Física

Autor: Bustos, Alejandro Martín

Docentes: Dra. L. Buteler; Dr. E. Coleoni; Lic. N. Baudino

Tema: Hidrodinámica

Año: 2014



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 2.5 Argentina](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/argentina/)

Agradecimientos

A Dios, quien me guió, me sostuvo, me perdonó, me animó y me enseñó...

A mi Familia, quienes fueron consuelo y ayuda concreta en todo tiempo...

A Roci, quien fue descanso, contención y alegría a través de su amor...

A Ana Patricia, por su docilidad a la hora de alcanzarme los consejos del Señor...

A mis hermanos de comunidad, que con su oración y cariño fueron fuente de paz y discernimiento...

A Cynthia, quien hizo posible finalizar este trabajo con sus observaciones y registros...

A los docentes, quienes me dieron la oportunidad de cursar la materia aún cuando no cumplía los requisitos...

Resumen.....	pág. 7
Capítulo 1: La Institución Educativa.....	pág. 9
Sección 1: Principios y fines del establecimiento.....	pág.11
Fundamentos que orientan la enseñanza.....	pág.11
Modelo Institucional que se persigue.....	pág.11
Objetivos de la Institución.....	pág.12
Sección 2: Estructura organizativa.....	pág.13
Órganos y funciones.....	pág.13
Perfil docente.....	pág.13
Proyectos específicos.....	pág.13
Sección 3: Contexto particular de la práctica.....	pág.14
Características del curso asignado.....	pág.14
Objetivos de la especialización.....	pág.14
Perfil del egresado.....	pág.14
Capítulo 2: El ambiente de aprendizaje observado.....	pág.16
Sección 1: Rasgos característicos del ambiente.....	pág.18
La comunicación.....	pág.18
El clima de aula.....	pág.19
Sección 2: Un instrumento de observación.....	pág.20
El punto de partida.....	pág.20
Evolución del instrumento.....	pág.21
Capítulo 3: Las planificaciones y su implementación.....	pág.25
Sección 1: Modelo de enseñanza al que se aspiró.....	pág.27
Criterios didácticos.....	pág.27
Sección 2: Proyecciones y revisiones.....	pág.28
Clase1: El aire como un fluido.....	pág.29
Clase 2: La “ <i>multidireccionalidad</i> ” de la presión.....	pág.35
Clase 3: Los efectos de la diferencia de presión (laboratorio).....	pág.39
<i>Asegurando lo trabajado</i>	pág.42
Clase 4: Revisión y práctica.....	pág.43
<i>Fortaleciendo el modelo</i>	pág.47
Clase 5: Una primera aproximación a la hidrodinámica.....	pág.48
Clase 6: Cuestionando un modelo explicativo.....	pág.50
Clase 7: Presentación del Principio de Bernoulli.....	pág.53
<i>Recuperando el proceso realizado</i>	pág.56
Clase 8: Dando completitud al Principio.....	pág.57
Sección 3: Los instrumentos y criterios de evaluación.....	pág.60
Clase 9: Examen.....	pág. 61
<i>Los resultados</i>	pág. 63
Capítulo 4: Una mirada retrospectiva.....	pág.65
Sección 1: La experiencia durante la práctica.....	pág.67
Tensiones entre búsqueda y rol docente.....	pág.67
Conquistando una nueva ubicación.....	pág.68
Equilibrio de enfoques comunicativos.....	pág.69
Conclusiones Finales.....	pág.71
Bibliografía.....	pág.74

Resumen

El trabajo que se presenta a continuación, pretende dar cuenta de que la práctica docente no es un hecho, sino más bien un *acontecimiento*. Mientras que un hecho simplemente sucede, el acontecimiento *le* sucede a la *persona* del practicante y pone en juego todas sus dimensiones. Así, la epistemología, la didáctica y la técnica en sí mismas, se constituirán en una herramienta aplicada con mayor o menor destreza por *una persona que las supera en valor*. Detenerse a entender la persona del alumno y del docente, en el acontecimiento de la práctica y la aplicación de un modelo didáctico, enmarcó todo el trabajo que aquí se presenta. A su vez, se espera dejar en claro la necesidad de alcanzar un equilibrio de *enfoques comunicativos* y una acertada *gestión de los procesos de construcción del conocimiento*, en lo que respecta estrictamente a la enseñanza y el aprendizaje en Física.

Palabras clave: *acontecimiento, persona, enfoques comunicativos, gestión de procesos de construcción del conocimiento.*

Clasificación:

01.40.-d Education.

01.40.ek Secondary school.

01.40.Di Course design and evaluation.

01.40.gb Teaching methods and strategies.

01.40.Ha Learning theory and science teaching.

Capítulo 1
La Institución Educativa

En lo que refiere al marco institucional donde se desarrollaron las prácticas profesionales, conviene aclarar que se trata de un establecimiento de gestión privada. El mismo abarca tanto el nivel inicial y primario, como así también el nivel medio. Dentro de su oferta curricular se encuentra una especialización en Ciencias Naturales y otra en Ciencias Sociales.

En relación a lo edilicio, cuenta con una biblioteca, una sala de informática y un laboratorio de Química. Este último, posee equipamiento suficiente para ciertas experiencias propias de la Física. Algo distintivo que caracteriza la institución, son las adaptaciones en cada acceso para estudiantes con discapacidad motriz. En lo que sigue, se detallarán los aspectos más relevantes de su organización.

Principios y fines del establecimiento

Fundamentos que orientan la enseñanza:

Dentro del Proyecto Educativo Institucional, se establece como base la *pedagogía de los contenidos*. La misma, no rechaza la autoridad expresada en función de enseñar. Se hace clara distinción entre autoridad y autoritarismo, adhiriendo a la primera de ellas como garantía de la adquisición de contenidos. Se trata de superar las dicotomías incongruentes entre el “maestro gendarme” y el “maestro pueblo”, para evitar que se diluya la presencia del docente como mediador de los contenidos que explicita.

Son bienvenidas las consideraciones formuladas por la “dinámica de grupo”, que enseñan al docente a relacionarse con la clase, a percibir los conflictos, a saber que está tratando con una colectividad y que es fundamental la adquisición de confianza.

De esta manera y sin caer en la ilusión de la igualdad profesor-alumno, se trata de abordar el grupo clase como una colectividad donde son trabajados los modelos de interacción mediante la ayuda mutua. Así, el respeto por los otros, los esfuerzos colectivos, la autonomía en las decisiones y la riqueza de un camino en común, amplían progresivamente la noción de colectividad hacia la escuela, la ciudad y la sociedad toda.

La figura del docente es entendida como aquel que interviene, no para oponerse a los deseos y necesidades, a la libertad o autonomía del alumno, sino para ayudarlo a superar esas necesidades, ganar autonomía y crecer en la capacidad de distinguir la verdad del error. Sólo así el estudiante podrá comprender la realidad social y su propia experiencia.

La cuestión de los métodos queda subordinada a la de los contenidos: el objetivo es la adquisición de saberes vinculados a las realidades sociales. El trabajo del docente relaciona la práctica vivida por los alumnos con los contenidos propuestos, originando una ruptura que tiene lugar a través de la introducción explícita de nuevos elementos de análisis, que más tarde deberán ser aplicados críticamente por el alumno.

En relación a la manera en la que se entiende el aprendizaje, se apela a las teorías psicológicas de Vygotsky, Perkins y Gardner. En primer lugar, el pensamiento vigotskiano integra la teoría del aprendizaje y la concepción psicológica de la constitución del sujeto en entornos escolares. En consecuencia, la educación queda en pie de igualdad con el desarrollo y las relaciones sociales son consideradas como fundamentales en el proceso formativo. En segundo lugar, los aportes de Perkins ilustran el modo en el cual, diversas teorías, pueden articularse en prácticas efectivas. Finalmente, Gardner hace posible partir desde expectativas altas, resignificando la importancia de las inteligencias múltiples y apoyándose en la diversidad individual.

Modelo Institucional que se persigue:

Los rasgos particulares del modelo deseado son la democracia y la apertura, expresados en:

- Un sistema de poderes compartido.
- La circulación libre de la comunicación en diferentes niveles.
- La claridad y pertinencia de los roles, permitiendo un ordenamiento flexible.
- El intercambio, la participación y el consenso como base de una organización donde las normas den el encuadre necesario para la convivencia.
- La promoción del grupo.
- Un modelo pedagógico desde la psicología cognitiva que resignifique los saberes y el rol docente, desde un conocimiento procesual e integrado.

Objetivos de la Institución:

Explicitados los aspectos anteriores, es posible entender los fines que se pretende alcanzar en el educando:

- Asumir opciones propias.
- Descubrir la necesidad de un constante auto-perfeccionamiento.
- Integrarse creativamente en el medio sociocultural.
- Lograr un compromiso personal en el mundo de los valores.
- Desarrollar un pensamiento reflexivo, un juicio crítico y creador.
- Profundizar el conocimiento científico despertando el interés por la investigación del mundo natural y cultural.
- Apremiar valores estéticos.
- Integrarse a la sociedad en libertad y en moralidad.
- Desarrollar aptitudes de responsabilidad, colaboración y comprensión.
- Conocerse aceptando con madurez, posibilidades y límites que clarifiquen su ubicación y proyección en el mundo donde se encuentre inserto.
- Incentivar el planteo de situaciones problemas que posibiliten el desarrollo de la capacidad para resolverlos.
- Contar con instrumentos, técnicas y hábitos para el aprendizaje.
- Poseer un conocimiento objetivo el país, desde una conciencia nacional con apertura universal.

Órganos y funciones:

La gestión de toda la institución se realiza a través del *Consejo Directivo* y del *Consejo Académico Consultivo*. El primero de ellos, emite las resoluciones necesarias para conducción del instituto y colabora con la toma de decisiones generales, incluyendo lo referente a la convivencia en cada nivel. Se encuentra integrado por los directivos del nivel inicial y del ciclo de Educación General Básica (E.G.B), los directivos del Ciclo Básico Unificado (C.B.U.) y del Ciclo de Especialización (C.E.), junto con uno de los miembros de la sociedad anónima propietaria de la escuela.

El Consejo Consultivo, desempeña funciones de asesoramiento, apoyando la coordinación de diferentes áreas, la programación de las disciplinas, y los distintos proyectos institucionales o provinciales. Se encuentra conformado por un representante del nivel inicial, dos representantes del E.G.B., un representante del C.B.U., dos representantes del C.E. (uno de cada especialidad), el representante legal del establecimiento, la totalidad de los directivos y un miembro de la sociedad anónima.

Perfil docente:

La selección de recursos humanos es mediada por los dos consejos citados. Para ello se realizan concursos, en los que se busca profesionales caracterizados por:

- Poseer una sólida formación teórica que avale la propuesta didáctica y disciplinar de la institución.
- Realizar un ejercicio reflexivo de su labor, con capacidad para la toma de decisiones desde la autonomía responsable.
- Ser conocedor de la cultura y poseer la capacidad para recrearla (lo cual supone una conciencia crítica sobre la sociedad en la que se está inserto).
- Poseer un compromiso con la realidad de su tiempo, de los alumnos y de la comunidad.

Proyectos específicos:

La escuela cuenta con diversos proyectos institucionales, que dan sustento a los principios y fines con los cuales se identifica esta comunidad. Los mismos son específicos de la institución, a pesar de que también se llevan a cabo otros proyectos promovidos por el Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba (proyecto de educación sexual y proyecto de convivencia). Entre los más destacados, es posible mencionar:

- Proyecto idioma extranjero: con 15 años de recorrido, los alumnos aprenden lengua inglesa desde el jardín de infantes hasta el sexto año, con nueve horas semanales. Se promueve además la participación en exámenes internacionales que avalen los resultados obtenidos, ya que la escuela no es una institución bilingüe.
- Proyecto reflexión sobre la práctica: con una experiencia de 10 años, diferentes profesionales que no ejercen la docencia en la institución, centran su mirada en la enseñanza de los profesores a cargo de cada espacio curricular. De esta manera, buscan abordar las dificultades que se perciban.
- Proyecto grupo de montaña: con una trayectoria de 30 años, se busca fortalecer las experiencias de unidad en pos de una meta común. En este caso, el objetivo es ascender hasta la cima de distintos lugares montañosos en la provincia de Córdoba.
- Proyecto viajes: docentes y alumnos realizan visitas a escuelas carenciadas o en formación, ubicadas en distintos puntos del país. El fin es brindar asesoramiento, acercar colaboraciones materiales y compartir experiencias de vida.

Contexto particular de la práctica

Características del curso asignado:

La totalidad de la práctica profesional se desarrolló en el marco de la especialización en Ciencias Naturales: un sexto año con 29 estudiantes en total. El espacio curricular asumido fue Física, con 2 hs 40min por semana, distribuidas los lunes y viernes en el horario de 7:30hs a 8:50hs.

Objetivos del ciclo de especialización:

Esta orientación se caracteriza por ofrecer a los estudiantes, tal como se expresa en los Marcos de referencia para la Secundaria en Ciencias Naturales, oportunidades de diseño y desarrollo de procesos de indagación científica escolar, junto a actividades de exploración, reflexión y comunicación. Estos procesos, deben incluir la valoración de aspectos estéticos, de simplicidad, de capacidad explicativa y predicativa.

De esta manera, logran promoverse el desarrollo de acciones que tienen por fin el abordaje de temas científicos, permitiendo interpretar a la ciencia como una actividad humana de construcción colectiva, con historicidad y asociada a ideas, lenguajes y tecnologías específicas (Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, 2011).

Perfil del egresado:

A partir de la formación ofrecida, se espera que el egresado en ciencias naturales sea capaz de:

- Evaluar aseveraciones acerca del ambiente, juzgando su grado de verosimilitud.
- Identificar problemas ambientales en su entorno cotidiano, a partir de una observación sistemática.
- Diseñar sistemas de acción para contrastar supuestos y diagnosticar el ambiente en que se desenvuelve.
- Valorar la viabilidad y el posible impacto de los usos tecnológicos en su ambiente inmediato.
- Asistir tareas de diseño, gestión y evaluación de proyectos de intervención ambiental.
- Desempeñarse como agentes de concienciación respecto de los problemas ambientales en su entorno social.
- Prever implicaciones prácticas de proyectos de gestión ambiental.
- Formalizar diagnósticos espontáneos de la realidad ambiental.
- Identificar las potencialidades y las limitaciones de las relaciones entre ciencia, técnica y tecnología, tomando decisiones éticamente fundadas.

Capítulo 2
**El ambiente de aprendizaje
observado**

Este capítulo se enmarca dentro de la etapa pre-activa de la práctica profesional. En ella, se buscó la inserción en la institución educativa y el reconocimiento del grupo de clase con el cual se trabajaría en la siguiente etapa. A través del registro etnográfico, se constituyó un instrumento de observación adaptado al ambiente de aprendizaje estudiado. Se entiende como *ambiente de aprendizaje o ambiente educativo*, no sólo al medio físico en el que ocurre una clase, sino también a las interacciones que se producen en dicho medio. Son tenidas en cuenta, por tanto, la organización y disposición espacial, las relaciones establecidas entre los elementos de su estructura, las pautas de comportamiento que en él se desarrollan, las interacciones que se producen entre las personas, los roles que se establecen, los criterios que prevalecen y las actividades que se realizan (Duarte, 2003).

Rasgos característicos del ambiente

A continuación, se explican dos elementos claves que distinguieron el ambiente de aprendizaje observado. Se trata de la comunicación y el clima de aula, los cuales tuvieron una clara influencia en los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

La comunicación:

En lo que a ella respecta, fue posible comprender la importancia que poseen el *enfoque comunicativo* y el *patrón de interacción* predominante. Según Aguiar, Mortimer y Scott (2010), un docente puede plantear enfoques comunicativos que se mueven entre extremos opuestos: lo *dialógico* y lo *autoritativo*; lo *interactivo* y lo *no interactivo*. Una comunicación *dialógica* propiciará que distintos puntos de vista se tengan en cuenta, permitiendo al docente conocer y explorar las ideas de sus estudiantes. Se trata de conversaciones *interactivas*, que implican la participación de más de un estudiante.

Las ventajas de este enfoque radican en la posibilidad de vivenciar el proceso de construcción del conocimiento como lo haría la comunidad científica. Además, en instancias como éstas, se logra hacer más inclusiva la propuesta a todo grupo de clase y, con la información recolectada, es posible optimizar las actividades destinadas a trabajar las preconcepciones.

Ahora bien, un enfoque *autoritativo* implica que el docente expone su punto de vista (teorías, principios y modelos vigentes que explican los fenómenos en cuestión) resguardándose, en general, de toda interacción que demore sus exposiciones. Aún así, este enfoque puede abrirse a una conversación más interactiva, donde los alumnos realizan aportes que complementan la estructura explicativa expuesta por el docente, y justifican en mejor grado esta forma discursiva. Cuando se prescinde de interacciones que enriquezcan e incluyan al alumnado, las consecuencias son el desinterés y la falta de atención, frente al enorme esfuerzo que supondría una escucha atenta bajo estas condiciones. Esta cuestión es mucho más notoria en el nivel medio que en el nivel universitario.

Al margen de esta categorización, cabe aclarar que reducir el análisis de la comunicación a alguno de estos extremos es poco conveniente. Se deben considerar los matices que, en cada instancia, van ocurriendo y profundizar la comprensión sobre las riquezas que encierra abrir la tarea docente al diálogo y la interacción.

En cuanto a los patrones de interacción, su análisis resulta de interés ya que definen la estructura de participación: reglas implícitas acerca de cómo y cuándo intervenir. Cuando se trata de un patrón de *pregunta-respuesta-evaluación*, el docente inicia la interacción con una pregunta específica, los estudiantes responden, y el profesor la acredita o descalifica según su grado de verosimilitud. Así, las participaciones se restringen a respuestas que evidencian una fuerte memorización y se reducen las intervenciones de aquellos que no siempre poseen la “respuesta correcta”. Plantear la comunicación de esta manera, impide comprender la lógica de las respuestas ofrecidas, pues sólo son evaluadas como correctas o incorrectas. Tanto el docente como los estudiantes, terminan por limitarse a realizar *preguntas básicas* o *de procedimiento*. Con ellas se busca retener las descripciones y conclusiones que el docente exponga, o bien, clarificar procedimientos que devienen en resoluciones mecánicas y algorítmicas (Aguiar et al., 2010; Erickson, 1982; Lemke, 1990; Mehan, 1979).

Un patrón de interacción *superador*, es aquel que se caracteriza por interpelar a los alumnos con alguna situación problemática y conducirlos mediante una serie de preguntas hacia la auto-evaluación de los modelos explicativos que ellos mismos utilizan. Esto engendra un ambiente donde la participación y las llamadas *preguntas de cuestionamiento*, permiten al educando relacionar el nuevo conocimiento con el que ya disponen: se trata de preguntas formuladas desde un interés genuino que intentan extender las nuevas

ideas a diversas situaciones que llaman su atención (Chin y Brown, 2002). Este tipo de dudas se traducen en una motivadora oportunidad para hacer explícitas sus preconcepciones y, a partir de ellas, pueden proponerse actividades que les permitan adquirir la capacidad de detectar discrepancias o inconsistencias en sus propios modelos explicativos.

Aunque las *preguntas de cuestionamiento* pueden resultar incómodas para el docente -ya que le implican un esfuerzo de comprensión de la lógica que subyace a ellas-, existen numerosas investigaciones que reafirman sus beneficios, por ejemplo:

- Mejorar a sí mismos como aprendices activos y autónomos (Etkina, 2000; Marbach-Ad y Sokolove, 2000).
- Mejoran en sus habilidades de resolución de problemas (Dori & Hercovitz, 1999).
- Resuelven conflictos y construyen explicaciones a partir de charlas colaborativas (Chin & Brown, 2002; Gallas, 1995).
- Brindan información al docente que le permite identificar dificultades de aprendizaje y modificar así su enseñanza de acuerdo a las necesidades de los estudiantes (Etkina, 2000; Harper et al., 2003; Watts et al., 1997).

A pesar de estas ventajas, es muy común que las llamadas evaluaciones actitudinales minusvaloren las *preguntas de cuestionamiento*, y terminen por desaprovechar su riqueza considerándolas inoportunas.

El clima de aula:

Asociado a la comunicación, se encuentra el concepto de clima de aula. Oliva Gil (1997) expresa que el clima de una organización no sólo es la realidad fenomenológica, sino también, la percepción colectiva que se tiene de la misma. Y este aspecto tiene una importancia trascendental por su repercusión en los procesos cognitivos, en las actitudes y en los comportamientos de los miembros que forman parte de ella.

Se puede decir que el clima de aula evidencia los frutos del enfoque comunicativo predominante, y numerosos autores coinciden en clasificarlo a través de dos sencillas categorías: uno favorable y otro desfavorable. El primero se construye promoviendo una participación cooperativa, donde son fundamentales el refuerzo positivo, la atención personalizada y la equidad en el trato. Ahora bien, en un clima desfavorable no se estimulan los procesos interpersonales ni la participación libre, por lo cual se originan comportamientos hostiles que inciden negativamente en la convivencia y el aprendizaje. Éste tiene lugar cuando, por ejemplo, se vuelven recurrentes las faltas de tacto, los castigos por mal comportamiento mediante bajas calificaciones, las imposiciones de un orden extremo y controlado, e inclusive, las incoherencias entre las formas de evaluación y el acompañamiento por parte del profesor, vivenciadas como exigencias injustas (Saballs y Castañer, 2002).

Nuevamente, cabe aclarar que un clima favorable o desfavorable son dos categorías conectadas por un continuo muy rico en diversidad. Es necesario pues, detenerse a observar y reflexionar sobre las particularidades de cada ambiente educativo.

En coherencia con estos aspectos, el contexto de las relaciones interpersonales y el contexto instruccional, son también variables de peso para analizar el clima de aula. El primero de ellos remite a la percepción que tienen los estudiantes sobre la cercanía de sus docentes, mientras que el segundo hace referencia a la preocupación que los educadores expresan por los problemas de cada estudiante y la dedicación que demuestran por su aprendizaje. Estas percepciones son manifestadas como reacciones hostiles o actitudes que facilitan el aprendizaje (Molina y Perez, 2006).

Un instrumento de observación

Considerando que el objetivo de esta etapa era la constitución de un instrumento de observación, se elaboró una grilla inicial a la cual se realizaron sucesivas modificaciones. De esta manera, y durante un periodo que implicó dos meses de trabajo, se agregaron y reformularon ciertas categorías de análisis. A continuación se expone brevemente este proceso de revisión.

El punto de partida:

Originalmente, el instrumento de observación contaba con ciertos aspectos a tener en cuenta durante esta etapa. Se trataba de cuestiones generales que se juzgaron como pertinentes, a partir de la experiencia y formación previas de quienes realizaríamos las prácticas. Una vez consensuados estos aspectos con los docentes formadores, se los agrupó bajo el nombre de grilla inicial:

Grilla inicial

- *En relación al manejo del grupo por parte del docente:*
 - ✓ *Comportamientos tendientes a mantener la disciplina y el orden durante la clase.*
 - ✓ *Modalidad a través de la cuál se promueve el respeto y la cooperación entre pares.*
 - ✓ *Características generales de la gestión del trabajo, en pos del objetivo de la clase.*
- *En relación a las actividades:*
 - ✓ *Recursos involucrados:*
 - *Tipo de problemas: cualitativos, cuantitativos o pequeñas investigaciones para resolver problemas teóricos o problemas prácticos; cerrados, semiabiertos o abiertos.*
 - *Tipo de trabajos prácticos de laboratorio: experiencias; experimentos ilustrativos; ejercicios prácticos para el aprendizaje de procedimientos o destrezas (prácticas, intelectuales o de comunicación); ejercicios prácticos para ilustrar teoría.*
 - *Tecnologías de la Información y la Comunicación (T.I.C.).*
 - *Actividades sobre las relaciones entre Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (R.C.T.S.A.).*
 - ✓ *Repercusiones en los alumnos respecto del interés que despiertan.*
- *Características de las intervenciones del docente en relación a las actividades.*
- *Capacidad para atender imprevistos en relación a:*
 - ✓ *Preguntas de interés o curiosidad natural, donde asocian el contenido expuesto a fenómenos que desean comprender.*
 - ✓ *Preguntas sobre temas de actualidad (relacionados o no a la disciplina).*
 - ✓ *Reacciones del alumnado.*
- *Características de la comunicación entre:*
 - ✓ *Alumnos.*
 - ✓ *Docente y alumnos.*
- *Instrumentos de evaluación utilizados:*
 - ✓ *Sumativa: características sobre los contenidos que evalúa; recursos utilizados para evaluarlos; si es o no vivenciada como una instancia más de aprendizaje.*
 - ✓ *Formativa: si utiliza algún tipo en especial (diario de clase, formularios KPSI, base de orientación, etc.).*

- *Número de alumnos, proporción de varones y mujeres, distribución en el aula.*
-

Evolución del instrumento:

Conforme transcurrió el periodo de observaciones, tres factores fueron determinantes para la reelaboración del instrumento de observación: los hechos ligados a la comunicación y al clima de aula que se fueron registrando; las reflexiones con los docentes a cargo de la práctica profesional; y la lectura del material bibliográfico citado en este trabajo. De esta manera, cuestiones como el vínculo de los estudiantes con la institución, las concepciones de enseñanza y aprendizaje del docente observado y los fines con los que se utilizan los instrumentos de evaluación, adquirieron una relevancia destacada.

Seguidamente se presenta la grilla final sin entrar en detalles respecto de los hechos que motivaron estas apreciaciones.

Grilla Final

- *En relación al vínculo alumnos-institución:*
 - ✓ *Existencia y vigencia de valores colectivos que facilitan la armonía social de las personas en la organización.*
 - ✓ *Percepción que tienen las personas respecto al grado en que se ayudan y apoyan mutuamente.*
- *En relación a la concepción de enseñanza-aprendizaje:*
 - ✓ *La enseñanza y el aprendizaje como dos fenómenos y procesos separados.*
 - ✓ *La enseñanza y el aprendizaje como dos fenómenos inseparables (las explicaciones y actividades tienen siempre como correlato el aprendizaje).*
 - ✓ *La enseñanza y el aprendizaje como dos procesos que no se identifican necesariamente.*
- *En relación al clima de aula:*
 - ✓ *Comportamientos que facilitan las relaciones interpersonales.*
 - *Cooperación*
 - *Empatía*
 - *Autonomía*
 - *Implicación*
 - *Igualdad*
 - ✓ *Comportamientos que dificultan las relaciones interpersonales.*
 - *Competitividad*
 - *Rechazo*
 - *Dependencia*
 - *Pasividad*
 - *Desigualdad*
- *En cuanto a la comunicación:*
 - ✓ *Enfoque comunicativo*
 - *Interactivo y autoritativo*
 - *No interactivo y autoritativo*
 - *Interactivo y dialógico*
 - *No interactivo y dialógico*
 - ✓ *Patrones de interacción*
 - *Pregunta, respuesta, evaluación*

- *Pregunta, respuestas, replica del docente, respuestas... Evaluación*
- *Pregunta, respuestas, replica del docente, respuestas...*
- ✓ *Tipo de preguntas que se realizan*
 - *Básicas*
 - *De cuestionamiento*
- *En relación a las actividades:*
 - ✓ *Recursos involucrados:*
 - *Tipo de problemas: cualitativos, cuantitativos o pequeña investigaciones para resolver problemas teóricos o problemas prácticos; cerrados, semiabiertos o abiertos.*
 - *Tipo de trabajos prácticos de laboratorio: experiencias; experimentos ilustrativos; ejercicios prácticos para el aprendizaje de procedimientos o destrezas (prácticas, intelectuales o de comunicación); ejercicios prácticos para ilustrar teoría.*
 - *T.I.C.*
 - *R.C.T.S.A.*
 - ✓ *Repercusiones en los alumnos respecto del interés que despiertan.*
- *Instrumentos de evaluación utilizados:*
 - ✓ *Sumativa: tipos de contenidos que evalúa; recursos utilizados para evaluarlos; si es o no vivenciada como una instancia más de aprendizaje.*
 - ✓ *Formativa: actividades que permiten al docente conocer el proceso de aprendizaje; algún tipo en especial (diario de clase, formularios KPSI, base de orientación, etc.)*
 - ✓ *Con objetivos disciplinares: si se utilizan instancias de examen repentinas o la colocación de bajas calificaciones ante comportamientos inadecuados; consecuencias de esta práctica.*

Como se puede observar, en esta grilla se añadió el aspecto institucional. Sucedió que mientras se desarrollaba la inserción en la comunidad educativa, se presentaron diversas situaciones que reflejaron la correspondencia directa entre los valores que la institución comunica (en lo edilicio y las formas de trato interpersonal) y el clima social. En correspondencia con esto, diversas investigaciones han demostrado lo determinante que es esta cuestión para el rendimiento, la adquisición de habilidades cognitivas y el aprendizaje afectivo (Villa y Villar, 1992).

Por otra parte, es posible apreciar tres nuevos aspectos referidos a la enseñanza y el aprendizaje, como así también al clima de aula y la comunicación. Aunque estas cuestiones parecen no tener relación directa con los aspectos de la grilla inicial, son el resultado de ahondar conceptualmente en ellos. Por ejemplo, las intervenciones del docente y la gestión general de la clase pueden comprenderse más profundamente al analizar las concepciones de enseñanza y aprendizaje que se asuman (Gvirtz y Palamidessi, 2006). En general, existe una tendencia a suponer que el aprendizaje es el resultado directo de una "buena enseñanza". Así, la preocupación del profesional queda centrada en la exposición correcta de los temas, en proponer ejercitación seguida de explicaciones que reafirmen lo expuesto y en llegar a completar el dictado de todo el temario. En estas circunstancias, ocurre un tipo de aprendizaje menos rico y que depende, en gran medida, del empeño que ponga estudiante. Además, se corre el riesgo de afectar la capacidad autónoma de los estudiantes con explicaciones que fomenten la dependencia, la memorización y la pasividad frente a los contenidos tratados. De ahí, la importancia de asumir que ambos procesos no se identifican necesariamente y que tampoco ocurre aprendizaje sin que haya enseñanza.

Respecto la manera en la que se promueve el respeto y la cooperación, como así también las estrategias para mantener el orden y la disciplina, terminaron siendo aspectos constitutivos de todo lo

referido al clima de aula. Los comportamientos que dificultan o facilitan las relaciones interpersonales, hacen posible precisar el trasfondo de las diversas situaciones que ocurren en todo ambiente educativo y las reacciones que se originan como consecuencia. Se puede decir que, en general, la implicación y cooperación en las actividades propuestas genera un clima agradable. Por el contrario, el exceso de preocupación por las estrategias didácticas o por los objetivos a cumplir, termina afectando gravemente la calidad de trato en las relaciones interpersonales. Esto deviene en una situación que potencia los descuidos ante quienes poseen dificultades de comprensión y gesta un clima inestable.

En relación a los aspectos de la grilla inicial que apelaban a la comunicación y a la capacidad de atender imprevistos, pudieron conceptualizarse a través de los distintos enfoques comunicativos, los patrones de interacción y el tipo de preguntas. Curiosamente, los mayores imprevistos ocurren cuando los estudiantes realizan preguntas de cuestionamiento: éstas obligan al docente a desviarse de la estructura explicativa con la que expone un contenido, y representan un llamado a detenerse en la lógica que esconden. Valorar este tipo de intervenciones permite conocer mejor la manera en la que sucede el aprendizaje en los estudiantes.

Finalmente, otra cuestión fundamental dada su profunda influencia en el clima de aula, está ligada al uso de las calificaciones con fines disciplinarios. Se trata de una práctica muy generalizada en todo el sistema educativo y supone la utilización arbitraria de un recurso que debería reflejar la adquisición de contenidos más que el comportamiento asumido en clase. Las consecuencias son muy negativas para las relaciones interpersonales: son ineficaces para la corrección de conductas, tensan el vínculo docente-alumno, y aumentan el desinterés frente a toda propuesta.

Capítulo 3
**Las planificaciones y su
implementación**

En las páginas que siguen, podrán encontrarse las planificaciones de un total de nueve clases. Todas ellas fueron realizadas teniendo en cuenta los criterios de enseñanza que se especifican previamente. Ahora bien, aunque las primeras tres planificaciones fueron realizadas antes de iniciar las prácticas profesionales, el resto de ellas fue elaborado mientras se desarrollaba el dictado de clases, dadas las dificultades que se encontraron durante su elaboración y la necesidad de reajustar las distintas propuestas. La ventaja de esta circunstancia radicó en la posibilidad de contar con la experiencia que se iba capitalizando. Por tanto, este capítulo se ubica en lo que podría considerarse como una superposición de la etapa pre-activa (en lo que refiere a las planificaciones) y la etapa activa (en cuanto al dictado de clases y el reajuste de las propuestas).

Modelo de enseñanza al que se aspiró

A partir del reconocimiento que pudo realizarse durante las observaciones, comenzó a proyectarse la etapa activa. El eje de trabajo asignado giró en torno a la mecánica de los fluidos; en particular la ecuación de Bernoulli y la ecuación de continuidad. Los puntos en los cuales se basó la planificación tuvieron que ver con la selección de un problema central y la posterior identificación de los conocimientos previos que se requerirían para abordarlo. Aunque la situación problemática central fue revisada numerosas veces, ésta permitió fijar un objetivo concreto: comprender la relación entre la velocidad de un fluido y su presión interna. Ahora bien, para poder comprender conceptualmente este principio se evaluó como indispensable contar con una noción clara acerca de qué es la presión y sus características de isotropía. Una vez trabajados estos conceptos, sería determinante advertir el efecto que produce la diferencia de presión sobre un área: una fuerza resultante. De esta manera, podría esclarecerse aún más la noción de presión y llegar así al objetivo deseado.

Como se irá percibiendo, la totalidad de las planificaciones se caracterizan por una fuerte orientación conceptual. Además de esto, se tuvieron en cuenta ciertos criterios que guiaron las propuestas y el accionar durante las clases. Se cree conveniente explicitarlos seguidamente, ya que se constituyeron en una búsqueda constante durante toda la etapa activa.

Criterios didácticos:

El primer problema que surge es, sin duda, el de la comunicación y los metamensajes que se brindan. Quienes enseñan terminan transmitiendo mucho más de lo que desearían: no son sólo los contenidos explícitos los que se transmiten, sino también se comunican valores, formas de relacionarse, jerarquías, y sentimientos (Gvirtz y Palamidessi, 2006). Por ello, se procuró transmitir un metamensaje que brinde seguridad para participar de la clase y que promueva la construcción del conocimiento aún cuando las contribuciones no sean acertadas. Para ello, sería necesario abstenerse de evaluar anticipadamente los aportes de cada estudiante y resaltar constantemente la importancia del trabajo complementario.

Otro de los criterios-guía que pretendió caracterizar las actividades, fue la presentación de situaciones problemáticas que trascendieran los meros ejemplos de aplicación. Se trata de situaciones dirigidas a cuestionar los modelos explicativos de cada estudiante. Para ello, fue indispensable una indagación previa de las preconcepciones que, diversas personas formadas y no formadas en física, poseen en relación a los fenómenos escogidos. En el caso de este trabajo, se recurrió a mostrar el fenómeno a familiares del entorno cercano, para luego preguntarles qué explicación ofrecerían.

Un criterio que se vincula a los ya citados, tiene relación con la concepción acerca de la enseñanza y el aprendizaje. La postura que se asumió fue el no identificar estos procesos uno con el otro, sino procurar que las actividades y la dinámica general del curso tiendan al aprendizaje. Creer que toda enseñanza ofrecida tiene su correlato en el aprendizaje, impide tratar estos procesos con la complejidad que necesitan (Gvirtz y Palamidessi, 2006).

Por último, se propuso como objetivo prioritario lo expuesto anteriormente en relación a un enfoque comunicativo dialógico y un patrón de interacción que promueva la auto-evaluación de los propios modelos explicativos.

Proyecciones y revisiones

Como se anticipó en la introducción del capítulo, a continuación se presentan las planificaciones y revisiones que fueron surgiendo durante su implementación. Podrán apreciarse entonces, diferencias en cuanto a la organización de las actividades y sus descripciones.

En las primeras tres proyecciones se utilizó el llamado *guión conjetural*, herramienta a través de la cual se aborda un tipo de planificación más rica en detalles. Estas narraciones suponen la puesta en juego de una serie de saberes prácticos que hablan de la experiencia de quien lo escribe y se trata de un relato que busca anticiparse a lo que sucederá durante una clase. Su valor reside en la construcción de una secuencia narrativa que permite ordenar y sostener decisiones didácticas (Bombini, 2004).

Sin embargo, a partir de la quinta clase se optó por reemplazar estas narraciones por el llamado *resumen de la secuencia didáctica*. En él se conserva la esencia del guión conjetural, ya que deja explicitadas las conjeturas acerca de los modelos explicativos que surgirán y el modo en que serán cuestionados, organizando una secuencia que guía las decisiones durante la clase. Esta medida se tomó ante el excesivo tiempo que planteaba la elaboración de este tipo de narraciones y las consecuentes restricciones con las que se vivenciaba su puesta en práctica.

Clase número 1

Objetivos específicos

Identificar al aire como un fluido, dada su propiedad de ejercer presión.
Notar la igualdad del valor de la presión, en la interfase de contacto entre dos fluidos.

Contenidos

- Conceptuales:
 - ✓ Concepto de presión.
 - ✓ Presión Hidrostática y Atmosférica.
 - ✓ El Pascal como unidad de presión.
- Procedimentales:
 - ✓ Comenzar a desarrollar competencias de argumentación, en relación al uso de pruebas para validar hipótesis.
 - ✓ Abordar situaciones problemáticas desde los elementos básicos de la actividad científica: precisar una situación problemática; emitir hipótesis basadas, en primera instancia, en preconcepciones y luego, en evidencias experimentales; arribar a conclusiones provisionarias y generadas a partir de esfuerzos mancomunados.
- Actitudinales
 - ✓ Implicarse e interesarse en predicciones sobre fenómenos.
 - ✓ Valorar los aportes que cada estudiante realiza en el proceso de construcción del conocimiento.
 - ✓ Participar activamente de la construcción del conocimiento.

Síntesis de la secuencia didáctica pretendida

1. Notar que si se invierte un recipiente que contiene agua, ésta se derrama por acción de la gravedad.
2. Estimular a que los estudiantes se pregunten por qué no sucede lo mismo, cuando el recipiente se coloca boca abajo, dentro de otro mayor, que también contiene agua.
 - Conjetura: Habrá dos tipos de predicciones, antes de efectuar la experiencia
 - Quienes mencionen que el agua descenderá hasta igualar el nivel del recipiente mayor, por efecto de la gravedad.
 - Quienes mencionen que el agua no podrá bajar, porque no hay manera que ingrese aire.
3. Cuestionar a aquellos que piensen que el agua desciende, a través de la experiencia (botella invertida dentro del recipiente con agua). Cuestionar al segundo grupo, con la historia del Duque de Italia (cuando se supera una altura determinada, el agua desciende dejando una cavidad vacía).
4. Notar que la altura de la columna de agua en la historia, no es la misma a nivel del mar que a otras altitudes.
5. Considerar y evaluar la hipótesis de que la atmósfera (y la presión que ejerce debido a su peso), puede ser la responsable de la fuerza que impide el descenso del agua.

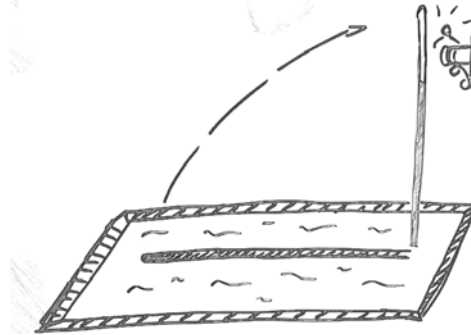
Actividades y tiempos

- Charla introductoria; desde las 7:30hs hasta las 7:40hs (10min)
- Experiencia Ilustrativa (todos juntos); desde las 7:40hs hasta las 8:00hs (20min)
*Detallada en guión conjetural

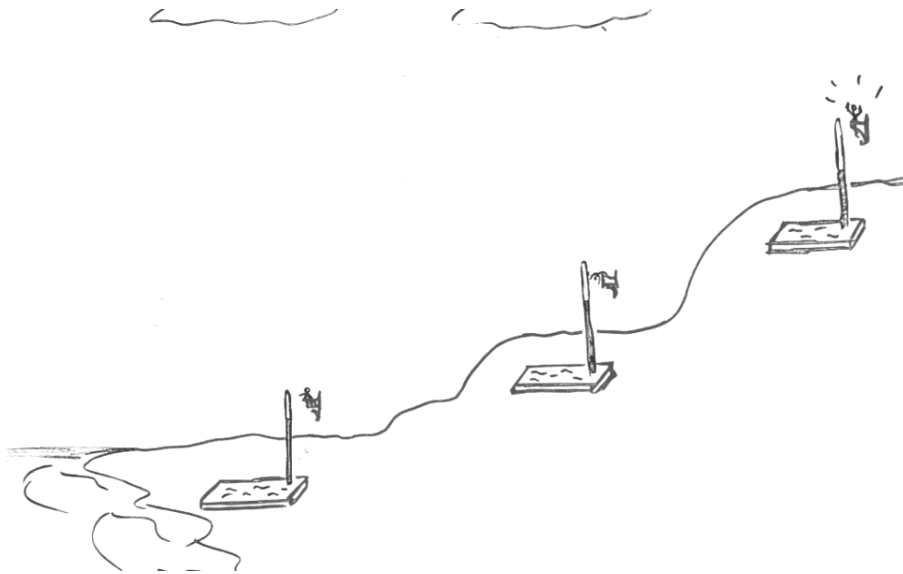
- Relato histórico (todos juntos); desde las 8:00hs hasta las 8:10hs (10min)

En 1640, un duque de Italia intentó poner surtidores de agua en los balcones de su palacio: no se conocen los detalles de la historia, pero al parecer, sabiendo que “el agua encerrada en un tubo no descende” (cuando hay una reserva de agua en su base), mandó a fabricar uno lo suficientemente largo como para llegar a su balcón.

Valiéndose de la enorme fuente que había en el frente de su palacio (de unos 15 metros de largo por unos 5 metros de ancho) sus sirvientes sumergieron el tubo de modo que quede cubierto por el agua, lo sellaron en uno de sus extremos y lo elevaron hasta su balcón con unas largas sogas. Para sorpresa del Duque, el agua misteriosamente descendió sin que haya nada que ocupe el lugar que dejaba libre...



Él mismo ordenó que midieran la altura a la cual llegaba el agua: el resultado fue de aproximadamente 9,2 metros... Sin darse por vencido, repitió esta misma experiencia en sus otros dos palacios, uno cerca del mar mediterráneo y el otro en la cima de una montaña. Los resultados no fueron muy favorables, en el primero logró alcanzar 10,3 metros de altura, y en el segundo, tan sólo 8,6 metros...



Frustrado frente a estos hechos, decidió escribir una carta a Galileo, pero incluso ni él pudo solucionar este problema. Fue entonces cuando Evangelista Torricelli, uno de los discípulos de Galileo, pudo comprender lo que estaba pasando...

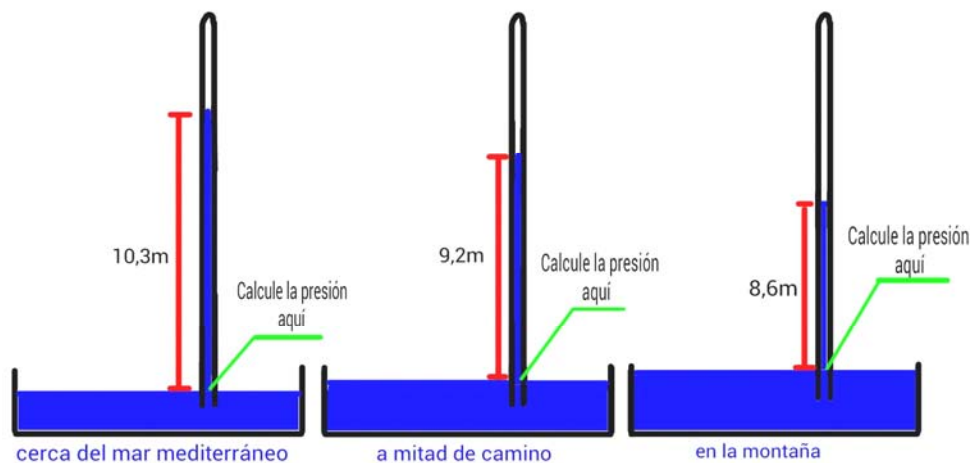
(Continuará...)

- Actividad en grupos de 4; desde las 8:10hs hasta las 8:35hs (25min)

a. A partir de la historia y observando las imágenes de lo que sucedió en los tres palacios, discutan sobre cuál puede ser la razón por la que, el agua, desciende hasta cierto nivel // Discutan en el grupo la siguiente hipótesis: “el aire alrededor (la atmósfera) es el origen de la fuerza que impide el descenso del agua”. Una vez puestos de acuerdo sobre la validez o no de esta hipótesis, anoten todas las razones que los conduzcan a afirmarla o rechazarla.¹

¹ Segunda opción para la misma actividad, en caso de nadie mencione la hipótesis de la presión atmosférica.

- b. Apliquen el principio general de la hidrostática para obtener el valor de la presión que ejerce el agua, según se indica en el dibujo. ¿Qué pueden significar estos valores?



- Puesta en común de uno de los grupos y cierre; 8:35hs hasta las 8:45hs (10min)

- Tarea (personal y para entregar); últimos 5 minutos

Explique con sus propias palabras, qué hubiera sucedido si el Duque intentaba hacer la experiencia en la ciudad de Córdoba. Puede buscar información en Internet acerca de las características meteorológicas y geográficas de nuestra región.

Guión conjetural

-Ampliación de la secuencia mencionada al comienzo de esta planificación-

Para iniciar esta clase, deseo dar una pequeña charla introductoria, desde el rol y la responsabilidad que a partir de ese momento asumo. Al margen de la presentación que Carlos pueda hacer de mí, considero fundamental este momento, para que los estudiantes me reconozcan como tal.

En esta charla, me gustaría darles a conocer brevemente, explicar cuál va a ser mi rol durante el periodo de prácticas (ser el docente a cargo del curso, aunque la responsabilidad final continúe en manos de Carlos), y comentarles que las prácticas serán supervisadas por los docentes responsables del MyPE. Lo que se intenta hacer con esta supervisión, es registrar las clases para luego reflexionar sobre la enseñanza y el aprendizaje. Creo conveniente dejar en claro que este tipo de supervisión no tiene el objetivo de impedir que nos expresemos "naturalmente". Lo importante será construir entre todos un ámbito que nos haga sentir a gusto, podamos hacer las preguntas que necesitemos (aún las que parezcan tontas) y que disfrutemos de "aprender".

Inmediatamente después, me gustaría poder preguntarles de qué cosas disfrutan aprender... Creo que les va a ser difícil pensar en el "aprendizaje como algo a disfrutar", pero también espero sorprenderme con lo que me respondan.

Luego les voy a comentar que yo disfruto al buscar explicaciones a fenómenos físicos, y que traje uno para el cual necesito su ayuda: la experiencia del recipiente y la botella colmada de agua.



Hacer la experiencia frente a todo el curso, creo que los va a motivar mucho además de captar su atención. Voy a pedir dos voluntarios: uno para hacer la experiencia y otro para que escriba en el pizarrón las **predicciones**, las **razones en las que se basan esas predicciones**, y **lo observado** (antes de comenzar la clase, planeo dejar escrito en el pizarrón tres columnas en las que pueda organizarse la información, además de tener previamente armada la experiencia). Al resto del curso no sólo le voy a pedir que contribuya con sus predicciones y explicaciones, sino también que pueda tomar nota de todo lo que el ayudante escriba en el pizarrón.

Voy a pedirle al primer voluntario que tome la botella llena de agua, la tape con su mano y la invierta. Posteriormente le preguntaré al resto: ¿qué sucede si saca la mano?, y más allá de algunos chistes, todos van a responder que el agua se caerá, con explicaciones acerca de la gravedad. Habrá que anotarlo en el pizarrón y esa será nuestra primera predicción/explicación. Le pediré que quite su mano y lo haga justo arriba del recipiente mayor...



Luego lo invitaré a que repita el proceso, pero que sumerja la botella invertida en el recipiente mayor, cuidando de no quitar su dedo aún. Así, motivaré al resto de la clase a realizar la segunda predicción ¿qué sucederá al quitar su dedo? En este momento imagino que la mayoría quedará interpelada, sin animarse a arriesgar por alguna predicción, sino más bien tratando de razonar la situación. Les diré que se tomen un tiempo para pensarlo.



Lo interesante de esto, será anotar todas las predicciones y las razones que brinden, no sólo por el carácter de actividad exploratoria, sino también por ser una tarea que promueve las capacidades argumentativas (Jiménez Aleixandre, 2010).

Es aquí donde sospecho que el curso se dividirá en dos grupos mayoritarios: aquellos que piensan que el agua descenderá hasta igualar el nivel del recipiente mayor y aquellos que imaginan que el agua no descenderá por que no puede ingresar aire.

Una vez que el ayudante registre todas las predicciones y las razones en la que se basan las mismas, voy a pedirle al encargado de la experiencia que quite su dedo... Cuando todos observen que el agua no descende, voy a pedir que mueva la botella, la desplace y la acerque a los costados, para que todos verifiquen el fenómeno.



En este momento, quienes pensaban que el agua descendería, quedarán cuestionados. Sin embargo, el resto pensará que están en lo correcto (el agua nunca descenderá mientras no haya manera de que ingrese aire)

Llegado este punto, voy a agradecer a los voluntarios para que puedan sentarse, y les haré notar que esta actividad nos plantea las mismas cosas que a los científicos (lo cual implica un primer acercamiento en relación a las visiones de la ciencia).

Para cuestionar al segundo grupo, voy a recurrir a comentarles la historia del Duque de la Toscana (ITALIA). Luego de narrada la primer parte de la historia y antes de comentarles las variaciones en los tres palacios, pienso interrogar a los chicos y preguntarles si estábamos en lo correcto al afirmar que el agua no descendía por el simple hecho de que no podría ingresar aire. Si me preguntan qué hay en la cavidad vacía, les devolveré la pregunta para oír las explicaciones que brinden, sin mayores pretensiones.

También aquí, me gustaría hacer un pequeño repaso en dónde escribamos las dos hipótesis y las dos situaciones que no eran consistentes, además de destacar que no observábamos un descenso de agua por el tamaño de la botella.

Posteriormente al relato de la historia, voy a entregarle una copia a cada alumno. En el mismo material de lectura, también estará presente una actividad en la cual puedan identificar qué es lo que cambió en las situaciones de los tres palacios.

Si ninguno de los grupos plantea que el aire alrededor puede ser el responsable del fenómeno, les brindaré una actividad alternativa en donde ellos mismos evalúen ésta hipótesis, conforme a las evidencias experimentales que ya tienen.

En la parte “b” de la actividad, les voy a pedir que calculen la presión del agua en cada situación, a partir del principio general de la Hidrostática. Luego, al interpretar los resultados, espero que profundicen su comprensión en relación a la igualdad de presiones (atmosférica e hidrostática) en la interfase.

Finalmente, considero importante encargarles una pequeña tarea que me servirá para evaluar la comprensión que, cada alumno, alcanzó del tema.

Argumentación

Como se ha podido notar a lo largo de la planificación, hay tres grandes lineamientos que rigen las actividades y la dinámica general de la clase:

- ✓ Se evita una transmisión acabada de las conclusiones o cualidades de los fenómenos físicos involucrados.

- ✓ Se promueve una participación activa de los alumnos, para que ellos mismos alcancen conclusiones relevantes, a través de elementos básicos de la actividad científica.
- ✓ Se pretende un aprendizaje conceptual basado en la interiorización de significados otorgados desde la propia implicación.

Es así que a través del primer experimento ilustrativo (Caamaño, 2003), se busca una primera aproximación cualitativa que cuestione la intuición acerca del descenso de agua. Se trata de una situación problemática abierta, de un nivel de dificultad adecuado, mediante la cual pueden desarrollar la capacidad de emitir/evaluar hipótesis. Bajo esta modalidad, se favorece la reflexión de los estudiantes a través de situaciones que despiertan su interés y permiten un estudio contextualizado. Por último, dado que esta actividad se realiza como grupo de clase, se potencia una visión de la ciencia que implica la dimensión colectiva del trabajo científico.

En la segunda etapa de la clase, se utiliza la historia de la ciencia para profundizar la metodología escogida. Partiendo de que argumentar consiste en ser capaz de evaluar los enunciados en base a pruebas (Jiménez Aleixandre, 2010), se utiliza la situación histórica del Duque de la Toscana como un medio para evaluar la segunda hipótesis. Con estas tareas, se promueven las dimensiones de trabajo científico relacionadas a la producción de conocimientos y su evaluación.

Finalmente el problema de tarea no sólo refuerza el trabajo hecho en clase, sino que también es útil para que el alumno pueda expresar e interpretar situaciones cotidianas de una manera más próxima a la científica.

Cabe aclarar que la clase no sólo ha sido planificada para conocer las preconcepciones que los alumnos pueden tener, sino también anticipando algunas de ellas. Según Carrascosa (2005), uno de los principales obstáculos en la enseñanza de las ciencias, lo constituyen las “concepciones alternativas”. Se trata de construcciones que elaboran las personas, para responder a sus necesidades de interpretar o representar los fenómenos naturales (Guillarón y otros, 2012). Éstas son fruto de la experiencia cotidiana y generalmente no coinciden con los modelos explicativos que ofrece la ciencia. Ocurre entonces una discrepancia que se atribuye, en gran medida, al modo de afrontar las situaciones problemáticas: la forma más natural de abordar los problemas diarios, no es mediante el razonamiento científico (Pozo y Gómez Crespo, 2002).

Pero lejos de considerar el aprendizaje como una simple sustitución de estas ideas, se intentará pulirlas a través de un cambio metodológico, que se aproxime al trabajo que realizan los científicos, teniendo en cuenta los límites que la actividad escolar impone (Reif y Larkin, 1991).

El objetivo que se propone esta clase, refleja el desafío de superar la mayor de ellas: la incapacidad de reconocer al aire como un fluido, dado que no se advierte su peso (Kind, V., 2004).

Formas de evaluación

La mayoría de la clase puede describirse en términos de una evaluación constante, en relación al carácter pedagógico de la mayoría de las actividades. De uno u otro modo, se procede a recoger información (a través del registro de las predicciones y explicaciones) se la analiza y se emite un juicio sobre ella, que posibilite un cambio en la estructura de la clase, si fuera necesario (Sanmartí, 2010).

A través de la puesta en común al final de la clase, de la tarea y de las próximas actividades, se espera inferir el proceso que va haciendo cada alumno.

Clase número 2

Objetivos específicos

Poner en relevancia la directa relación entre la presión de un fluido y su densidad.
Comprender el carácter escalar de la presión, sin una dirección privilegiada.
Identificar las características cualitativas de las fuerzas generadas por la presión.

Contenidos

- Conceptuales:
 - ✓ Principio general de la hidrostática.
 - ✓ Presión como magnitud escalar.
 - ✓ Presión hidrostática y atmosférica.
- Procedimentales:
 - ✓ Reconocer y encontrar relaciones significativas entre fenómenos que en principio parecen inconexos.
 - ✓ Extender la aplicación de un marco conceptual, a experiencias que involucran variantes de un mismo fenómeno.
- Actitudinales
 - ✓ Expresar las propias ideas, defenderlas y discutir las en grupos de trabajo.

Síntesis de la secuencia didáctica pretendida

1. Comprender la equivalencia fenomenológica entre el barómetro de Torricelli y lo relatado en la historia del Duque.
2. Notar que la densidad del mercurio es la propiedad intensiva que posibilita reducir el tamaño del montaje experimental.
3. Motivarlos a cuestionarse si la presión atmosférica tiene una dirección privilegiada:
 - Conjetura: la presión posee dirección vertical y es hacia abajo.
4. Contrarrestar esta hipótesis con dos experiencias ilustrativas.
5. Concluir que la presión genera fuerzas que son siempre perpendiculares a las superficies consideradas y proporcionales a su tamaño.

Actividades y tiempos

- Actividad en grupos de cuatro integrantes; desde las 7:30hs hasta las 7:55hs (25min)

Lean la segunda parte de la historia del Duque de Italia, y resuelvan las actividades que se proponen:

...Insistiendo con su capricho, el duque le escribió una carta a Galileo para ver si podía hacer algo. Pero él no pudo resolver el problema, sino un discípulo suyo, llamado Evangelista Torricelli (1608-1647).

Para reproducir lo que sucedía en los balcones de cada palacio, a Torricelli se le ocurrió usar «plata viva» (mercurio). Mientras visitaba el palacio próximo al mar mediterráneo, tomó un tubo de vidrio cerrado por un extremo, de un metro de longitud, y lo llenó de mercurio. Luego tapó con su dedo el extremo abierto e, invirtiéndolo, lo introdujo en un recipiente que contenía la misma sustancia. Al retirar el dedo, pudo comprobar que el nivel del mercurio en el interior del tubo, descendió hasta los 76 cm.

Con este dispositivo, caminó hasta los otros dos palacios. Fue así que obtuvo dos mediciones más, 68cm en los jardines del segundo palacio y 63cm en el palacio de la montaña.

De esta manera, tras compartir sus hipótesis con otros estudiosos, llegó a la conclusión de que el aire no era una sustancia que se elevaba por su propia naturaleza (como se pensaba en aquella época), sino que tenía peso...

- Discutan en el grupo, si la experiencia de Torricelli es equivalente a lo que sucedía con los tubos de agua del Duque. Además, valiéndose del principio general de la hidrostática, encuentren semejanzas y diferencias entre las dos experiencias.
- ¿Cuál es la razón principal que posibilita la diferencia de tamaño entre los tubos utilizados? (al margen del tipo de fluido)

- Puesta en común de los resultados; desde las 7:55hs hasta las 8:05hs (10min)

- Experiencia Ilustrativa (todos juntos); desde las 8:05hs hasta las 8:25hs (20min)

*Relatada en el guión conjetural

- Actividad en grupos de 4; desde las 8:25hs hasta las 8:40hs (15min)

- 1) A partir de las experiencias realizadas: ¿Cuál es el efecto de la presión atmosférica en el pico de la botella? ¿Y en los extremos del tubo? ¿Cuánto mide esa presión?
- 2) ¿Qué dirección tienen las fuerzas generadas por presión del aire? Realicen un dibujo de cada caso.



- Puesta en común de uno de los grupos y cierre; desde las 8:40hs hasta las 8:45hs

- Tarea (personal y para entregar); últimos 5 minutos

1. Un buzo se sumerge en el mar de tal modo que experimenta una presión equivalente a 4 atmósferas. ¿A que profundidad se encuentra? Tenga en cuenta que la densidad del agua de mar es mayor que de común, debido a su salinidad.

Guión conjetural

-Ampliación de la secuencia mencionada al comienzo de esta planificación-

Para el comienzo de la clase, deseo recoger la tarea que tenían pendiente, aclarando que va a servirme de mucho, para conocer el proceso de aprendizaje de cada uno.

Luego pensé en entregarles la actividad en donde se relata la segunda parte de la historia del Duque. Mi intención es que puedan realizarla de forma autónoma, sin intervenir demasiado en su trabajo. No creo que tengan dificultades para encontrar la equivalencia entre ambas experiencias, pero en caso de que surjan, les propondría que comparen los valores de presión que arrojan ambas experiencias (los balcones del Duque y el barómetro de Torricelli).

Luego, en la puesta en común, voy a proponer que un grupo exponga sus conclusiones delante del curso. Animaré al resto, a realizar preguntas si lo necesitan.

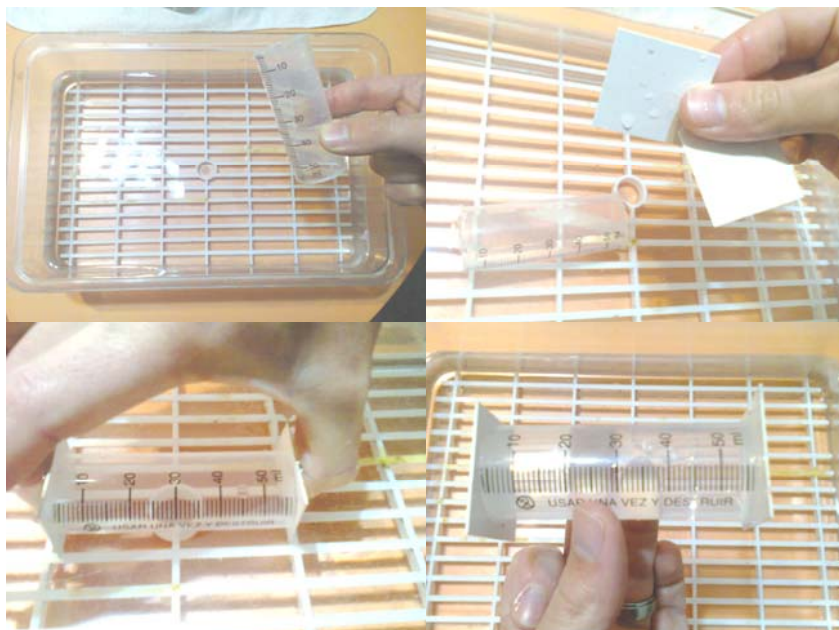
Posteriormente, voy a pedir 3 voluntarios para realizar dos nuevas experiencias ilustrativas, con la misma metodología de la clase anterior (realizar predicciones, justificarlas y observar lo que sucede). La primera de ellas

se trata de una botella colmada de agua, a la cual se le coloca un trozo de bolsa plástica en su pico; al girarla o ponerla boca abajo, el agua queda contenida.



Voy a pedir al primer voluntario que llene la botella, le coloque el trozo de bolsa plástica en el pico y la sostenga con su mano. En este momento, preguntaré al resto qué pasará si gira la botella. Luego de tomar nota de las predicciones y las razones que brinden, imagino que la gran mayoría quedará cuestionada con los resultados. En efecto, se trata de una experiencia que pone el foco de atención, en la incapacidad de la bolsa de contener el agua. De esa manera, voy a preguntar al curso entero si hay algún factor que no estamos teniendo en cuenta, haciendo referencia a la presión atmosférica. Cuando alguno de los alumnos lo mencione, voy a preguntarle a todo el curso (y escribirla como gran interrogante de la clase) ¿puede actuar de abajo hacia arriba, e incluso en cualquier dirección?...

Será en ese instante, que registraremos todas las respuestas que brinden, (para conocer sus maneras de argumentar) y les propondré realizar la segunda experiencia. Se trata de un tubo abierto por ambos extremos, el cual es sumergido y se le colocan dos placas de plástico en los laterales; nuevamente el agua queda contenida en su interior y las placas no se despegan.



Aquí será clave anotar predicciones y las explicaciones que brinden, pues *ya estarán basadas en un marco conceptual más amplio* y sospecho que serán muy acertadas. Les pediré que todos tomen nota de lo registrado en el pizarrón y que realicen la última actividad grupal.

Argumentación

Continuando con las actividades que involucran la historia de la ciencia y las experiencias ilustrativas, se pretende la familiarización del estudiante con los procedimientos propios de la indagación científica. Es así que las actividades y las distintas propuestas, buscan que cada estudiante sea consciente de cuáles son sus ideas previas, para luego precisarlas, a través de un cambio metodológico y conceptual. En esta instancia, se suele creer que la presión sólo actúa hacia abajo y en forma vertical (AIP, 1998; Kariotogloy, Koumaras y Psillos, 1993).

Formas de evaluación

En esta oportunidad, las actividades grupales junto a la pequeña tarea, son útiles para discernir el proceso de aprendizaje que va haciendo cada alumno. También proporcionan indicios de la manera en la cual van evolucionando sus ideas previas, y si son actividades verdaderamente útiles, para los objetivos que se van proponiendo.

Objetivo específico

Reconocer los efectos que experimenta un cuerpo, ante una diferencia de presión.

Contenidos

- Conceptuales:
 - ✓ Concepto de presión.
 - ✓ Leyes de Newton.
 - ✓ Ecuación de estado de un sistema.
- Procedimentales:
 - ✓ Manipular instrumental de laboratorio con un objetivo específico.
 - ✓ Realizar análisis cualitativos, que permitan la comprensión del problema, a la luz de los conocimientos adquiridos.
 - ✓ Emitir hipótesis y diseñar experiencias en coherencia al marco conceptual vigente hasta el momento.
- Actitudinales
 - ✓ Otorgar valor a la dimensión colectiva del trabajo científico.
 - ✓ Involucrarse en el abordaje de situaciones problemáticas.
 - ✓ Realizar un esfuerzo de integración con el cuerpo de conocimientos que ya disponen.

Síntesis de la secuencia didáctica pretendida

1. Plantear la situación problemática de acceder al agua contenida en un tubo de ensayo, sin tocar el tapón ni golpear el recipiente.
2. Advertir que:
 - a. El aumento de temperatura conlleva un crecimiento en la presión dentro del recipiente.
 - b. El aumento de la presión interna, es el factor que proporciona la fuerza suficiente para extraer el corcho.
3. Realizar un análisis cualitativo de las fuerzas implicadas.
4. Plantear la situación inversa, abriendo el interrogante de qué sucedería si llenamos un recipiente con vapor, lo tapamos y lo dejamos enfriar.
5. Reconocer que la fuerza neta se debe a una diferencia de presión.

Actividades y tiempos

- Recoger la tarea personal y hacer una pequeña devolución de la actividad sobre “el Duque en Córdoba” (primeros 5 minutos).
- Primera actividad en grupos de 4 integrantes; desde las 7:35 hs hasta las 8:05 hs.
 1. Piensen de qué manera podrían extraer el tapón sin tocarlo. La siguiente adivinanza les da una pista: “Aunque el elemento opuesto los puede ayudar, deberán acceder al agua sin tocar ni golpear”. Luego armen una experiencia que les permita averiguar si su técnica da resultado. Anoten lo que hicieron y los materiales que utilizaron.
 2. Observen lo que ocurre... ¿Que explicación darían? Anoten todas las opiniones planteadas en el grupo y si lograron (o no) ponerse de acuerdo.
 3. ¿Cuáles son las fuerzas que afectan al tapón? Realicen un dibujo que represente la situación.

- Puesta en común y análisis cualitativo de las fuerzas implicadas: diferencias y puntos en común. Luego se solicitará realizar un registro de las conclusiones finales; desde las 8:05hs hasta las 8:20hs.
- Segunda actividad en grupos de referencia; 8:20hs hasta las 8:40hs.
 1. Llenen con vapor la botella durante varios segundos. Inmediatamente después, coloquen su tapa y déjenla sobre la mesa. Observen lo que sucede. ¿Por qué sucede esto? Realicen un dibujo de las fuerzas que intervienen en esta situación.
- Nueva puesta en común, revisión del primer análisis de fuerzas, y construcción de conclusiones conjuntas: ¿Cuál es el origen de las fuerzas en ambos experimentos?; últimos 10 minutos.
- Tarea (personal y para entregar); últimos minutos.
Mira el vídeo "HELLO KITTY IN SPACE". Explica con tus propias palabras por qué el globo termina explotando.

Guión conjetural

-Ampliación de la secuencia mencionada al comienzo de esta planificación-

A medida que vayamos entrando al laboratorio, pienso esperarlos en la puerta, para ir recibiendo la tarea personal que quedó pendiente. Luego, una vez que se ubiquen en grupos de 4, haré un comentario acerca de la tarea personal que he revisado.

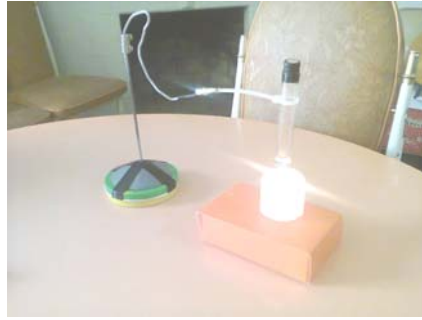
En el laboratorio, sólo les dejaré preparados los tubos de ensayo para cada grupo.



Será entonces cuando les proponga el desafío de quitar el corcho sin tocarlo. Imagino que se van a tomar un tiempo para pensarlo, y con la astucia que los caracteriza, lograrán encontrar la forma. Si se presentan dificultades, pienso preguntarles qué sucedería si aumentamos la temperatura en su interior, pues el objetivo no radica en resolver el acertijo, sino más bien captar su atención. Así podré darles la oportunidad de armar la experiencia y conocer las explicaciones que se brinden luego de la observación.

En este punto, apelo a una idea previa útil para entender el problema: el vapor generado intentará salir, y al encontrarse con el tapón, se acumulará generando un aumento de presión. Considero que se trata de una preconcepción muy acertada que advierte, de manera sencilla, la ecuación de estado implicada: si el recipiente está cerrado, la cantidad de sustancia y el volumen permanecen constantes; un aumento de temperatura generará un crecimiento de la presión (considerada como un riesgo de explosión).

De esta manera, voy a animarlos a que pidan el resto de los materiales que necesitan para el armado de la experiencia (llevaré velas que son muy útiles para sustituir los mecheros). Considero que la observación será muy atractiva y las discusiones en los grupos (a partir de la primer actividad) muy ricas. Esa riqueza, podrá salir a la luz en la puesta en común, que me brindará elementos evaluativos del proceso de aprendizaje.



Deseo escuchar y tomar nota de lo que exponga cada grupo.

Respecto del análisis cualitativo de las fuerzas, imagino que algún grupo olvidará la fuerza originada por la presión atmosférica. Sin embargo, en la segunda experiencia será evidente este aspecto. En este momento, los animaré a solicitar nuevamente los materiales que les hagan falta. Se necesitará un mechero cada dos o tres grupos, un balón / matraz / vaso de precipitado y botellas descartables (que yo mismo llevaré para esta ocasión).

Finalmente, deseo revisar el primer análisis de fuerzas a partir de esta segunda experiencia, en el caso de que no se haya advertido la presión atmosférica. Más tarde, animaré a todos que escribamos las conclusiones más relevantes según el aporte de cada grupo. Entre ellas, resaltaré la diferencia de presión como el origen de las fuerzas generadas, preguntando qué sucedería si la primera experiencia se realiza a 10,3 metros bajo el mar.

Argumentación

Durante esta clase, la novedad radica en el trabajo práctico de laboratorio, a modo de pequeña investigación (Pozo, 1994). Se trata de una aproximación simplificada, al trabajo científico, de manera que el alumno formule hipótesis, planifique una estrategia de trabajo, y reflexione sobre los resultados obtenidos. Implica tanto un aprendizaje de habilidades y estrategias como de conceptos. Les permite conectar el conocimiento previo sobre la presión con las fuerzas generadas sobre una superficie. Además podrán dar significado conceptual a la “ecuación de estado” del sistema. Lo que se pretende con este tipo de actividades es incitar a un esfuerzo de integración entre los contenidos conceptuales.

Formas de evaluación

Particularmente en este caso, el trabajo de cada grupo brindará evidencias del proceso que cada alumno va realizando, como así también las ideas previas sobre las que aún será necesario trabajar.

Asegurando lo trabajado:

En este punto de la práctica, ya se contaba con información relevante acerca de las últimas tres clases. En la primera de ellas fue evidente la claridad de análisis que los estudiantes tuvieron sobre cada situación, llegando rápidamente a expresar que la presión atmosférica era la responsable del fenómeno. Esto sucedió mucho antes de lo esperado y las actividades propuestas los condujeron a explicar que *las capas de aire establecían un equilibrio entre la presión del agua encerrada en el tubo y la presión generada por la atmósfera*². Sin embargo, durante la puesta en común se evidenció una notable confusión entre la altitud geográfica y la altura de la columna de agua. Esto se debió a que en clases anteriores habían hallado que la presión atmosférica disminuía con la “altura” (bajo la condición isotérmica), contrariamente a las conclusiones que ofreció uno de los grupos durante ese momento: “*a mayor altura - de la columna de agua -, mayor presión*”. También tuvieron dificultades en la ejercitación y en el manejo de unidades.

En la segunda clase, a partir de la experiencia de la botella tapada con un pequeño trozo de bolsa plástica, se enunciaron diversas predicciones entre las cuales se indicó que: “*si la presión atmosférica es mayor que la presión del agua, no se derramará*”. Por otra parte y luego de observar este fenómeno, surgieron preconcepciones que se creían superadas: muchos estudiantes aludieron que “*la botella hace succión en el trozo de bolsa*”; “*funciona como si estuviera al vacío*”; “*eso sucede porque la botella está colmada*”; “*sucede porque no puede ingresar aire*”. Afortunadamente, uno de los estudiantes preguntó si *la presión atmosférica puede actuar de abajo hacia arriba*, lo que terminó por contribuir al trabajo posterior de todos los grupos. Finalmente, a través de la segunda experiencia lograron distinguir la dirección de las fuerzas implicadas en cada caso, y expresaron que la “*multidireccionalidad*” de la presión era la responsable de los fenómenos planteados.

En la tercera clase, se confirmó lo conjeturado respecto a la ecuación de estado: la mayoría de los grupos asoció el aumento de temperatura con el aumento de presión. Sólo uno de ellos adjudicó el aumento de presión al ascenso del vapor, sin que éste actúe sobre cada superficie. Nuevamente fue destacable que durante la puesta en común se mencionara la diferencia de presión como el origen de la fuerza que expulsaba el tapón: “*la presión dentro del tubo aumenta, y para compensar la diferencia de presión, el tapón sale expulsado*”. Algo imprevisto fue lo que ocurrió durante la segunda experiencia, ya que *asociaron la contracción del recipiente a la disminución de volumen del gas por enfriamiento*, sin hacer referencia a la diferencia de presión.

A partir de estas observaciones, se planificó la cuarta clase con la intención de afianzar las conclusiones alcanzadas y proporcionar oportunidades para esclarecer lo que aún fuera necesario.

² Esta expresión, junto a las que se encuentran destacadas en letra cursiva, corresponden a aportes realizados por los mismos estudiantes.

Clase número 4

Objetivo específico

Retomar y trabajar las preconcepciones más relevantes, surgidas en las últimas tres clases.

Contenidos

- **Conceptuales:**
 - ✓ Concepto de presión.
 - ✓ Presión Atmosférica e Hidrostática.
 - ✓ Unidades de presión.
 - ✓ Isotropía de la presión.
 - ✓ Leyes de Newton.
 - ✓ Ecuación de estado.
- **Procedimentales:**
 - ✓ Construir conclusiones a partir de la evaluación de distintos datos y evidencias experimentales.
 - ✓ Operar matemática y algebraicamente distintas expresiones que modelan un fenómeno particular.
- **Actitudinales**
 - ✓ Distinguir opiniones de las conclusiones sustentadas en pruebas.
 - ✓ Participar cooperativamente de los procesos de construcción del conocimiento.

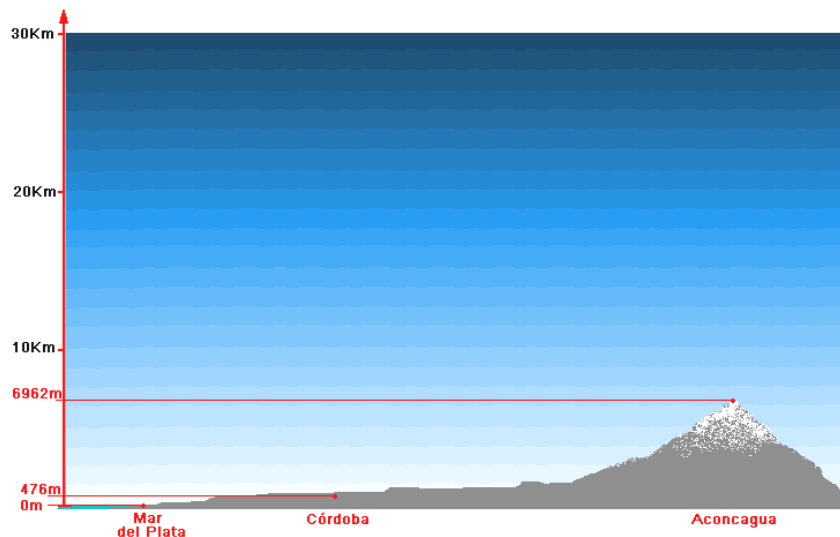
Actividades y tiempos

- **Actividad 1; desde las 7:30hs hasta las 8:00hs**
 - a. Teniendo en cuenta la expresión matemática que permite calcular la presión que ejerce la atmósfera:

$$p = p_0 \cdot e^{-\left(\frac{H}{H_0}\right)}$$

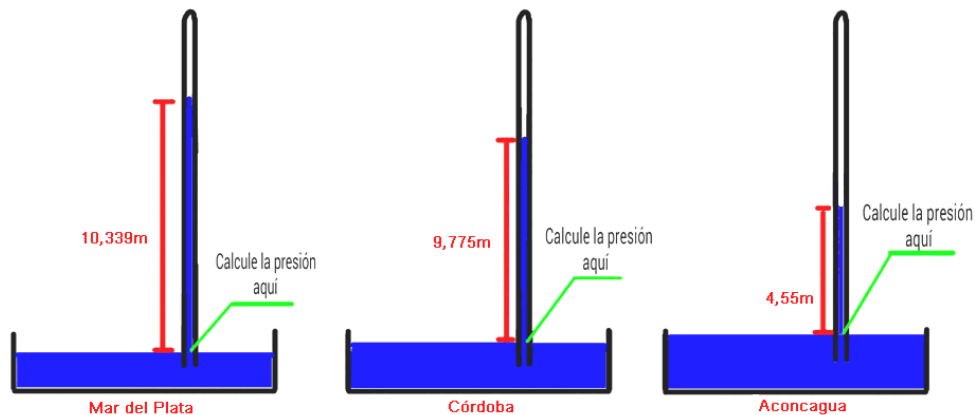
Donde $p_0 = 101325Pa$ (presión atmosférica a nivel del mar) y $H_0 = 8483,7m$ (cantidad que surge de suponer, para toda la atmósfera, T y g constantes)

Calculen sus valores en las localidades de Mar del Plata, Córdoba y Mendoza (Aconcagua). Organicen los datos y resultados en una tabla.



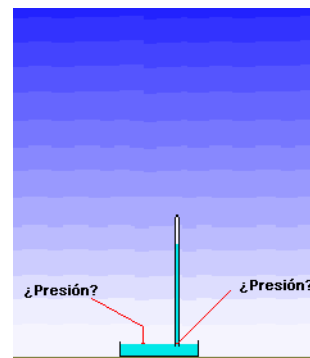
b. En cada una de estas localidades, se repitió la experiencia del Duque de Italia. A continuación se pueden visualizar los resultados.

Valiéndose del principio general de la hidrostática, calculen el valor de la presión que ejerce el agua. Organicen los datos y los resultados en una nueva tabla.



c. Comparen los resultados obtenidos en la parte a) y b).

- ¿Cómo es la presión en los puntos señalados en la figura de la derecha?
- ¿Qué representa “H” en la expresión $p = p_0 \cdot e^{-\left(\frac{H}{H_0}\right)}$?
- ¿Qué representa “h” en la expresión $p = g \cdot \delta \cdot h$?
- ¿Qué sucede a medida que “H” aumenta?
- ¿Qué sucede a medida que “h” aumenta?
- ¿Qué conclusiones darían?



- Puesta en común de uno de los grupos; desde las 8:00hs hasta las 8:05hs

- Actividad 2; desde las 8:05hs hasta las 8:15hs

Situación problemática:

Un joven estudiante quedó muy sorprendido cuando comprobó que un pequeño trozo de film, lograba contener toda el agua de una botella. En sus tiempos libres, se dedicaba a hacer pequeños shows de magia y quiso incorporar este truco a su repertorio. Como sus padres tenían una planta recicladora de vidrio, les pidió que moldearan una botella suficientemente larga. De esa manera, podría hacer más asombroso este “truco”. El padre aceptó fabricarla, pero con una condición: comprobar de manera gradual si este truco funcionaba. Así, construyeron una fina botella de 2 metros de largo, hicieron las pruebas y el trozo de film resistió. Luego probaron con otra de 4 metros y no se derramó ni una gota de agua. Utilizando una más extensa, de 6 metros, tuvieron éxito nuevamente. Fue entonces cuando el padre le regaló un tubo de diez metros de largo, finamente decorado, con hermosas betas multicolores. Pero lamentablemente, en cada prueba el agua comenzó a derramarse una y otra vez; no hubo manera de lograr el truco tan deseado.

El joven quedó desconcertado, pues siempre había pensado que la botella funcionaba como si estuviera al vacío y la succión dejaba pegado el trozo de film. Además, sus amigos estaban seguros que al impedir que ingrese aire en el tubo, era imposible que se derramara el agua...

1. A la luz de lo que le sucedió a este muchacho, ¿Qué explicación darían? ¿Qué longitud le recomendarían para que el truco siga funcionando?
2. Para realizar su show, ¿podría utilizar el tubo de diez metros en algún otro lugar turístico?

- Puesta en común; 8:15hs hasta las 8:25hs

- Actividad 3; desde las 8:25hs hasta las 8:40hs

Situación Problemática:

La experiencia de la botella llena de vapor, es muy famosa. De hecho, hay muchos videos en Internet que la enseñan. Fue así que un docente, quién había realizado esta experiencia en el colegio San José, quiso repetirla en una escuela rural de las altas cumbres (a 1600m sobre el nivel del mar). Para ello, no necesitó conseguir nuevas botellas, sino que reutilizó las que habían quedado deformadas. Solo se aseguró que estén bien cerradas, las guardó en su bolso y viajó hasta aquel colegio. Al llegar, todas las botellas habían recuperado su forma original y pudo realizar la experiencia una vez más...

1. A la luz de esta situación. ¿Qué pudo haber ocurrido que permitió a las botellas recuperar su forma?
2. ¿Qué explicación ofrecerían ahora a la contracción de la botella?

- Puesta en común; 8:40hs hasta las 8:50hs

- Actividad extra (si sobra el tiempo)

Situación problemática:

Dos montañistas, se prepararon para escalar el Everest. Se trata de la montaña más alta del mundo, llegando a los 8848m de altitud.

Mientras permanecían en Nepal, a unos 1000m de altitud, cada uno preparó su botiquín. En su interior, colocaron algunos medicamentos indispensables para la escalada, pero solo con una diferencia: el primero cargó completamente un tubo con povidona yodada, mientras que el segundo dejó una pequeña cantidad de aire.



Así, iniciaron su larga caminata y ambos lograron hacer cumbre con éxito. En la cima, el segundo montañista revisó su botiquín y descubrió que el tubo que contenía aquel medicamento, se había destapado.

Preguntó entonces a su compañero si había tenido la misma dificultad. Cuando éste revisó el suyo, comprobó que aún estaba bien tapado.

1. A la luz de lo que le sucedió a los montañistas. ¿Qué explicación darían?
2. ¿Cuál es el valor de la presión del aire en el interior del tubo? ¿Cuál es el valor de la presión atmosférica en la cima del Everest?
3. Si el tapón es cilíndrico y su radio de aproximadamente 0,5cm. ¿Cual es el valor de fuerza debido a la diferencia de presión?

- Tarea (personal y para entregar); mirá el video www.youtube.com/watch?v=6n94oYW1n4k y escribe lo que más te llama la atención. También alguna pregunta que te surja.

Argumentación

Las actividades propuestas, intentan generar nuevos cuestionamientos a las ideas previas con que, cada grupo, explicó los fenómenos observados. Se trata de problemas cuantitativos y cualitativos que tienen la intención de generar un progreso en el trabajo de las preconcepciones. Las características de argumentación que ofrecen las

actividades, ponen en relevancia la necesidad de contar con modelos más globales que tengan coherencia, con el cuerpo de conocimientos científicos.

Formas de evaluación

Las actividades planteadas se constituyen no sólo en una herramienta de cuestionamiento de varias de las preconcepciones surgidas en clases anteriores, sino como un instrumento que permite evaluar el estado de los modelos explicativos ofrecidos por los estudiantes y obtener nueva información a considerar en clases futuras.

Fortaleciendo el modelo:

Conforme fueron implementándose las clases expuestas hasta aquí, se adquirió suficiente experiencia como para tomar ciertas decisiones que afianzaron el modelo deseado. Se reconoció que era recurrente el exceso de actividades ante las enriquecedoras discusiones que generaba cada una de ellas, y en consecuencia, se redujo su cantidad; se revalorizaron las indagaciones previas sobre las preconcepciones vinculadas a los fenómenos que luego se presentarían y se les otorgó un carácter central en cada planificación; se consolidó la actividad de predecir, argumentar y observar como formato a través del cual se confirmaban las ideas conjeturadas y se lograba un acertado cuestionamiento/esclarecimiento de ellas.

En las planificaciones que siguen, es posible notar una vigencia creciente de las decisiones mencionadas. Si se observa la clase número seis, podrán encontrarse preguntas destacadas en negrita debido a su importancia. Éstas sirvieron como detonantes de los razonamientos necesarios para que los estudiantes puedan arribar a una comprensión más profunda del fenómeno en estudio.

Clase número 5

Objetivos específicos

Recoger ideas previas acerca de la dinámica de fluidos.

Realizar una primera aproximación a las relaciones entre presión y velocidad.

Contenidos

- **Conceptuales:**
 - ✓ Concepto de presión.
 - ✓ Principio de Bernoulli.
- **Procedimentales:**
 - ✓ Evaluar hipótesis a partir de distintas evidencias experimentales.
- **Actitudinales**
 - ✓ Participar cooperativamente de los procesos de construcción del conocimiento.

Resumen de la secuencia didáctica

- Mostrar el fenómeno de sustentación de una esfera, dentro de una corriente de aire. (con cierta inclinación).



- Solicitar que, en grupos de trabajo, elaboren explicaciones y las expongan.
- Conjetura 1: atribuir el fenómeno al aire caliente. Cuestionar esta idea con una corriente fría.
- Conjetura 2: atribuir el fenómeno a la incidencia de mayor cantidad de aire en la parte baja. Cuestionar esta idea, percibiendo las cantidades de aire que pasan por cada parte. *Realizar un diagrama*, por grupo, que represente la situación (líneas de corriente).
- Solicitar a los alumnos que experimenten sobre dos cuestiones: *¿qué sucede si impedimos que pase aire por debajo? ¿Qué ocurre si impedimos que pase aire por arriba?*
- Pedirles que consideren lo que ocurre si disminuimos la velocidad del flujo de aire.
- Pedirles que elaboren una conclusión por cada grupo.

Actividades y tiempos

- Experiencia Ilustrativa y registro de las explicaciones; desde las 7:40hs hasta las 7:50hs
 - Experiencia 1:
 - Anoten lo que sucedió con la esfera de telgopor.
 - ¿Cómo explicarían el fenómeno observado? Realicen un dibujo de la situación.
- Puesta en común de los grupos; desde las 7:50hs hasta las 8:00hs

- Cuestionar las ideas expuestas, aire frío y percepción del caudal de aire; desde las 8:00hs hasta las 8:15hs.
 - Experiencia 2:
 - Anoten las experiencias realizadas, los resultados y evalúen las hipótesis que ofrecieron antes.
 - Realicen un nuevo dibujo que represente la situación.

- Puesta en común; 8:15hs hasta las 8:25hs.

- Proponer la experiencia que obstaculiza en flujo inferior y superior. Registro; desde las 8:25hs hasta las 8:35hs
 - Experiencia 3:
 - Anoten las experiencias realizadas y los resultados.

- Proponer la experiencia de disminuir la velocidad del flujo; 8:35hs hasta las 8:40hs

- Registro de la Conclusión Final, desde las 8:40hs.
 - ¿Cual es la conclusión final que pueden ofrecer?

Argumentación

En esta oportunidad, se ofrece una instancia donde se recogen posibles preconcepciones y, además, se trabaja como grupos de investigación. Se promueve así, una actitud organizada a fin de reproducir lo que sucede en la actividad científica: elaborar hipótesis a partir de una situación problemática, que se precisa a través de las estrategias que intentan corroborar las explicaciones tentativas.

Se espera que esta modalidad, sirva al interés de comprender conceptualmente la relación entre la velocidad de un fluido y sus efectos. En las clases próximas, se pretende clarificar la relación entre la velocidad y la presión.

Formas de evaluación

El carácter argumentativo de las propuestas, posibilita recoger información del proceso de cada estudiante. De esta manera, se reconocen “los puntos de partida” de cada estudiante, y el “camino de aprendizaje” que realiza.

Clase número 6

Objetivos específicos

Cuestionar el modelo explicativo que atribuye el fenómeno de sustentación de la esfera, al flujo de aire inferior. Aproximarnos cualitativamente a la relación entre la velocidad y la presión.

Contenidos

- Conceptuales:
 - ✓ Concepto de presión.
 - ✓ Presión atmosférica.
 - ✓ Principio de Bernoulli.
 - ✓ Leyes de Newton.
- Procedimentales:
 - ✓ Evaluar hipótesis a partir de distintas evidencias experimentales.
 - ✓ Identificar variables relevantes y sus relaciones, a partir de experiencias que involucran variantes de un mismo fenómeno.
- Actitudinales
 - ✓ Participar cooperativamente de los procesos de construcción del conocimiento.
 - ✓ Implicarse e interesarse en predicciones sobre fenómenos.

Resumen de la secuencia didáctica

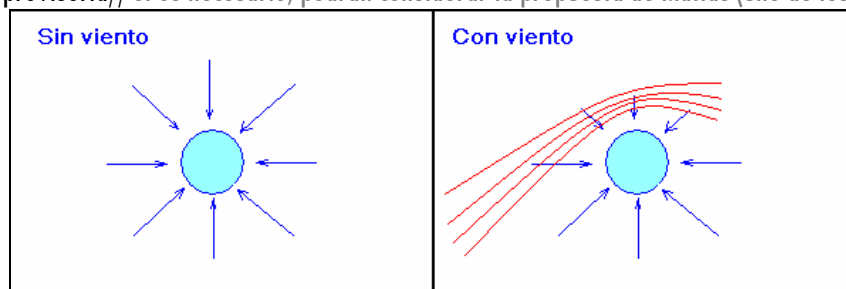
- Retomar las ideas previas surgidas en la clase anterior (aire caliente y flujo inferior como causas del fenómeno). Recordar cómo descartamos la primera de ellas.
- Cuestionar la segunda idea observando lo que sucede cuando se obstaculiza el flujo de aire superior.
- Poner en relevancia la influencia de la velocidad del flujo y realizar experiencia que profundice su relación con la presión (láminas separadas por una pequeña distancia y flujo de aire en la parte media).
- Construir cualitativamente la ecuación de Bernoulli (como relación entre la velocidad y la presión, a modo de conclusión)

Actividades y tiempos

- Recuperar el modelo explicativo surgido en la clase anterior (aire caliente); desde las 7:30hs hasta las 7:40hs.
- Actividad en grupos de *predecir, argumentar y observar*; desde las 7:40hs hasta las 8:10hs:
 - **¿Qué sucederá si se obstaculiza alguno de los flujos inferior/superior?** Poner en relevancia que la obstrucción del flujo de aire superior provoca la caída de la esfera y no al revés.
 - Puesta en común / Observación
 - Luego de observar, **¿Qué importancia/función tiene cada flujo (el superior y el inferior)?**
- Actividad en grupos de *predecir, argumentar y observar*; desde las 8:10hs hasta las 8:30hs:
 - **¿Qué sucederá si soplamos entre dos láminas separados a cierta distancia? ¿Cómo dibujarían las fuerzas originadas cuanto más fuerte soplemos?** Destacar la influencia de la velocidad.
 - Puesta en común / Observación

■ **¿Cómo dibujarían las fuerzas que se originaron? ¿De dónde proviene la fuerza que junta a las láminas?**

- Proponerles que comparen los dos fenómenos buscando coincidencias. Además que escriban una conclusión aunque sea provisoria// Si es necesario, podrán considerar la propuesta de Matías (uno de los estudiantes).



- Cierre con algunas preguntas guía; últimos diez minutos.
- Tarea (en grupo y para entregar);

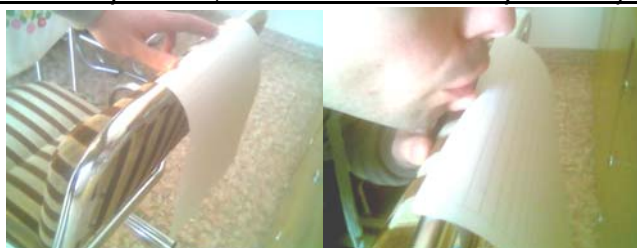
○ **Experiencias:**

- Coloquen en una mesa, una hoja de papel doblada como en la fotografía. Luego apoyen el mentón sobre la mesa justo en frente del papel. Soplen en su interior con todas sus fuerzas. Previamente realicen una predicción, anoten las razones de esa predicción y lo que observaron.



¿Que explicación darían? Hagan un dibujo de la situación.

- Coloquen una hoja de papel en una silla, como en las fotografías. Luego soplen con todas sus fuerzas en forma horizontal. Previamente realicen una predicción, anoten las razones de esa predicción y lo que observaron.



¿Que explicación darían? Hagan un dibujo de la situación.

Argumentación

Nuevamente, en esta oportunidad se intenta cuestionar los modelos explicativos que se encuentran vigentes entre los alumnos. Las experiencias tienen por finalidad presentar situaciones en donde, esos modelos, dejan de funcionar o presentan inconsistencias. De esta forma, los contenidos actitudinales y procedimentales aproximan al estudiante a un vivencia más real de lo que supone la actividad científica. Así, se ponen en práctica numerosas competencias: indagación, reflexión de lo observado, estrategias de evaluación de hipótesis, análisis de datos, destrezas de comunicación, etc. Se trata de actividades muy motivadoras que permiten valorar las riquezas del trabajo colaborativo.

Formas de evaluación

Particularmente, las actividades grupales de tarea, servirán para recopilar valiosa información sobre el estado de la comprensión conceptual a la que se ha llegado. Se trata de problemas cualitativos en donde el alumno no tendrá necesidad de realizar cálculos numéricos, pero pondrán de manifiesto las ideas previas para ser discutidas en grupo y profundizar su validez. Posibilitan una oportunidad de aplicar los nuevos modelos explicativos e identificar posibles falencias.

Clase número 7

Objetivos específicos

Presentar el principio de Bernoulli, a partir de los aportes que realizaron los distintos grupos durante las últimas clases.

Aplicar cualitativa y cuantitativamente este principio, a diversas situaciones problemáticas.

Esclarecer las relaciones entre las magnitudes de presión y fuerza.

Contenidos

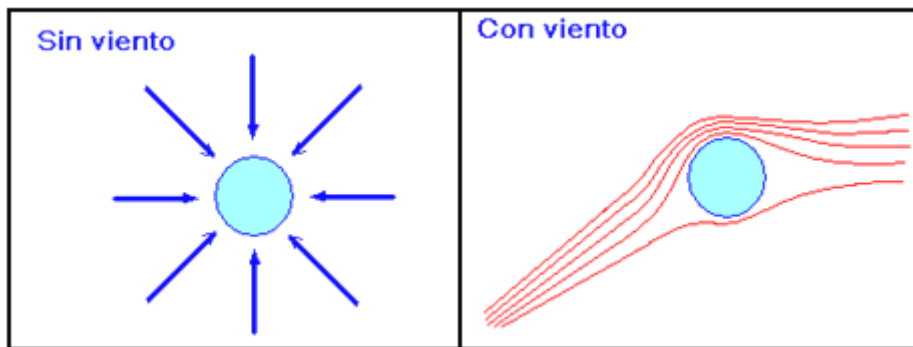
- Conceptuales:
 - ✓ Concepto de presión.
 - ✓ Líneas de flujo.
 - ✓ Principio de Bernoulli.
 - ✓ Ecuación de continuidad.
 - ✓ Leyes de Newton.
- Procedimentales:
 - ✓ Manipular datos numéricos y trabajar con ellos para profundizar las relaciones entre las variables implicadas.
 - ✓ Articular los conocimientos adquiridos en el análisis de una situación problemática compleja.
 - ✓ Analizar los resultados obtenidos a la luz del cuerpo de conocimientos que ya disponen.
- Actitudinales
 - ✓ Implicarse en la resolución cuantitativa de ejercicios.
 - ✓ Valorar el aporte de la modelización matemática, aplicada a fenómenos físicos.

Resumen de la secuencia didáctica

- Retomar las conclusiones surgidas en la clase anterior, desde la experiencia de las láminas de cartón: “*a mayor velocidad, menor presión*” (*Principio de Bernoulli en su forma más sencilla*).
- Promover la aplicación del principio, al fenómeno de sustentación de la esfera: “*el punto de baja presión está ubicado en la parte superior, de ahí la importancia de la corriente de aire superior*”
- Presentar la expresión matemática que denota las relaciones entre las variables y obtener la diferencia de presiones que afecta la esfera (*Principio de Bernoulli sin considerar las diferencias de altura*).
- Contrastar los resultados obtenidos, a partir de la relación entre la diferencia de presiones, la fuerza y el área afectada.

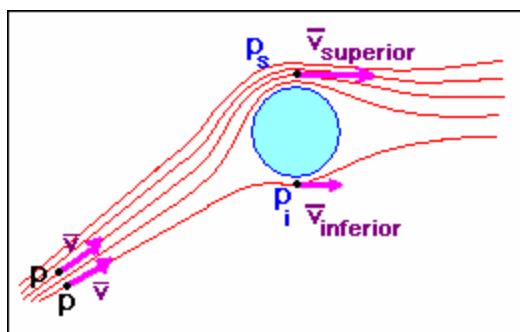
Actividades y tiempos

- Recuperar las conclusiones a las que fueron arribando en la clase anterior. Destacar en la pizarra *la relación entre la presión y la velocidad*; desde las 7:30hs hasta las 7:50hs.
- Actividad en grupos; desde las 7:50hs hasta las 8:10hs:
 - Teniendo en cuenta el siguiente dibujo de la esfera y la presión alrededor de ella, ¿Cómo dibujarían la presión alrededor de la esfera, cuando está sostenida por el viento del secador? ¿Por qué?



■ Puesta en común

- *Presentación y aplicación del principio de Bernoulli; desde las 8:10hs hasta las 8:25hs:*



$$m_{ESFERA} = 7g$$

$$\delta_{AIRE} = 1,2 \frac{kg}{m^3}$$

$$\text{Datos: } \overline{v_i} = 17,0 \frac{m}{s}$$

$$\overline{v_s} = 17,4 \frac{m}{s}$$

$$p + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v^2 = \begin{cases} p_i + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_i^2 \\ p_s + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_s^2 \end{cases} \Rightarrow p_i + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_i^2 = p_s + \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot v_s^2$$

$$p_i - p_s = \frac{1}{2} \cdot \delta \cdot (v_s^2 - v_i^2) \Rightarrow \Delta p = 8,26Pa$$

■ *Puesta en común de los resultados*

- *Actividad en grupos; desde las 8:25hs hasta las 8:40hs:*

■ *¿Cómo podrían averiguar si el resultado obtenido es correcto?*

***En este momento, busco que realicen un trabajo de comparación entre las cantidades/unidades obtenidas (un peso de la esfera igual a 0,07N y una diferencia de presión de 8,26Pa). Así, les propondré recordar la relación entre la fuerza y la presión, a través de un área de 0,0085m² –superficie efectiva de la esfera-*

- *Tarea (personal y como repaso para el examen);*

1. Mira siguiente el video “¿UNA MANO INVISIBLE?”

¿Cómo explicarían lo que sucedió? ¿Cómo dibujarían las fuerzas que actúan sobre la hoja de papel?

Si la presión es de 97000Pa, ¿cuánto vale la fuerza que afecta la hoja? (Te ayudará tomar las medidas de una hoja de diario para usarla en tus cálculos)

2. En el monte Everest, la cima se encuentra a más de 8000metros de altitud. Si el Duque de Italia repite su experimento el aquella zona, ¿qué altura tendría el agua encerrada en el tubo?

3. Vean el video “DESCUBRE EL POR QUÉ CON TIMÓN Y PUMBA -¿POR QUÉ VUELA UN AVIÓN?”

Una avioneta a hélice, de unos 1000kg, alcanza una velocidad entre sus alas que va desde los 250km/h en la parte inferior, hasta los 260km/h en la superior. Si las alas poseen una superficie total de 50m², ¿es suficiente esta diferencia de velocidades para elevar al avión?

Argumentación

En esta clase, se propone una presentación más formal del principio de Bernoulli. Aunque se evitará hablar de las suposiciones necesarias para su correcta aplicación, se espera una nueva y más profunda comprensión del fenómeno involucrado. Una de las desventajas de esta modalidad, es que no aparece explícitamente el término relacionado a la altura. Sin embargo, una vez comprendida la dependencia de la presión con la velocidad, no será dificultoso rescatar la dependencia con la altura, a fin de completar la expresión matemática.

Una vez afianzada la aplicación del principio, se pretende esclarecer la relación entre la presión y la fuerza, un concepto que aparecía numerosas veces ligado.

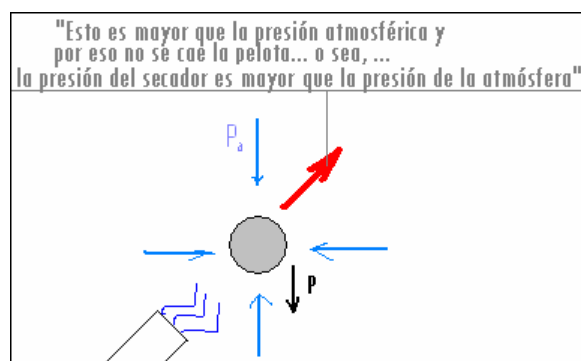
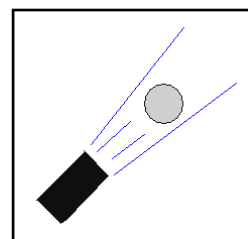
Formas de evaluación

La tarea brinda un soporte a las actividades realizadas hasta el momento, procura servir de repaso para la instancia de examen, y permite recopilar información personal sobre la implicación que, cada uno de los integrantes de los grupos, tuvo durante el periodo de prácticas.

Recuperando el proceso realizado:

Durante la puesta en práctica de las últimas tres clases, surgieron aspectos notables en relación al proceso de aprendizaje de los estudiantes. Recuperar estos elementos, permitió organizar mejor todas las actividades en perspectiva a la finalización de la práctica.

En la clase número 5, la experiencia con el secador de pelo cuestionó profundamente las ideas intuitivas que tenían los estudiantes. Las predicciones que realizaron sobre el movimiento que describiría la pelota cuando el flujo de aire se inclinaba, tuvieron que ver con una trayectoria parabólica, argumentado que *la pelota sería empujada por el viento del secador*. Luego, al comprobar que esto no sucedió, los estudiantes se valieron de las explicaciones que habían sido previstas: “*el aire caliente sube y, por eso, la pelota no se cae*”; “*el aire sostiene la pelota generando un canal*” (figura de la derecha).



Sin embargo, también surgieron explicaciones más elaboradas donde se utilizó la “*multidireccionalidad*” de la presión para plantear un equilibrio como el que se detalla en la imagen de la izquierda.

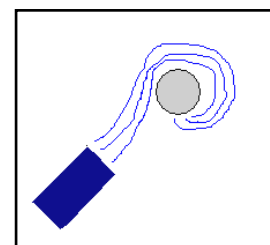
Finalmente, pudo descartarse la hipótesis del aire caliente utilizando el “modo frío” del secador y se intentó cuestionar el segundo modelo explicativo bloqueando el flujo de aire inferior. Los resultados de

esta estrategia no fueron los esperados y los estudiantes reafirmaron el modelo de una delgada capa de aire inferior como sostén de la esfera de telgopor.

A partir de estos hechos, en la clase número 6 se insistió con el poner a prueba este último modelo. Para ello, se propuso a todo el curso explicar la razón por la cual la pelota se caía al obstaculizar el flujo de aire superior. Ante esta propuesta, elaboraron un nuevo modelo que se basó en una “*cápsula de aire*”. Lo curioso fue que reafirmaron este modelo mediante un trabajo concertado entre la totalidad de los grupos y a través la puesta en común: Grupo 1: “*el aire embolsa a la pelota desde arriba*”;

Grupo 2: “*si tapamos el aire de abajo, no pasa nada. Pero si tapamos el de arriba, el efecto que se ve es sólo empujar y por eso se cae*”;

Grupo 3: “*El aire forma como una cápsula que envuelve la pelota. Si yo tapo el aire de abajo, es como... que la mano hace como... si fuera la base de la cápsula. Si yo tapo la parte de arriba, el aire se tapa... el aire choca con la mano... y se rompe la cápsula*”.



Posteriormente, la experiencia de las dos láminas de cartón junto a la actividad de representar gráficamente las fuerzas implicadas, suscitó un giro en las explicaciones que reafirmaban los estudiantes: supusieron que las dos láminas se separarían cuando se sopla entre ellas y pudieron contrastar esta predicción observando el fenómeno. A su vez, uno de los grupos llegó a concluir que *la presión dentro de las láminas era menor que la presión atmosférica de afuera* y reconocieron la relación entre la presión y la velocidad. Así, todos los grupos concertaron la conclusión de que *a mayor velocidad, menor será presión del fluido*.

Una vez alcanzado este punto, logró planificarse la clase 7 con el fin de presentar el principio de Bernoulli más formalmente y, en consecuencia, aplicarlo a la esfera de telgopor. En esta clase, todos los grupos arribaron a la conclusión de que *la presión disminuía en la parte superior de la esfera y que la diferencia de presiones era lo que sostenía la pelota*. Finalmente, se proyectó la clase número 8 considerando todos estos sucesos y con el objetivo de extender el principio a una situación más general.

Clase número 8

Objetivos específicos

Terminar de presentar la expresión completa del principio de Bernoulli, incluyendo los cambios de altura.
Adquirir destrezas en el tratamiento cuantitativo de problemas relativos a la hidrostática y la hidrodinámica.

Contenidos

- **Conceptuales:**
 - ✓ Concepto de presión y sus unidades.
 - ✓ Principio general de la hidrostática.
 - ✓ Presión atmosférica.
 - ✓ Principio de Bernoulli.
 - ✓ Ecuación de continuidad.
 - ✓ Leyes de Newton.
- **Procedimentales:**
 - ✓ Articular los conocimientos adquiridos en el análisis de una situación problemática compleja.
 - ✓ Operar matemática y algebraicamente las distintas expresiones que modelan un fenómeno particular.
 - ✓ Analizar los resultados obtenidos a la luz del cuerpo de conocimientos que ya disponen.
- **Actitudinales**
 - ✓ Implicarse en la resolución cuantitativa de ejercicios.
 - ✓ Valorar el aporte de la modelización matemática, aplicada a fenómenos físicos.

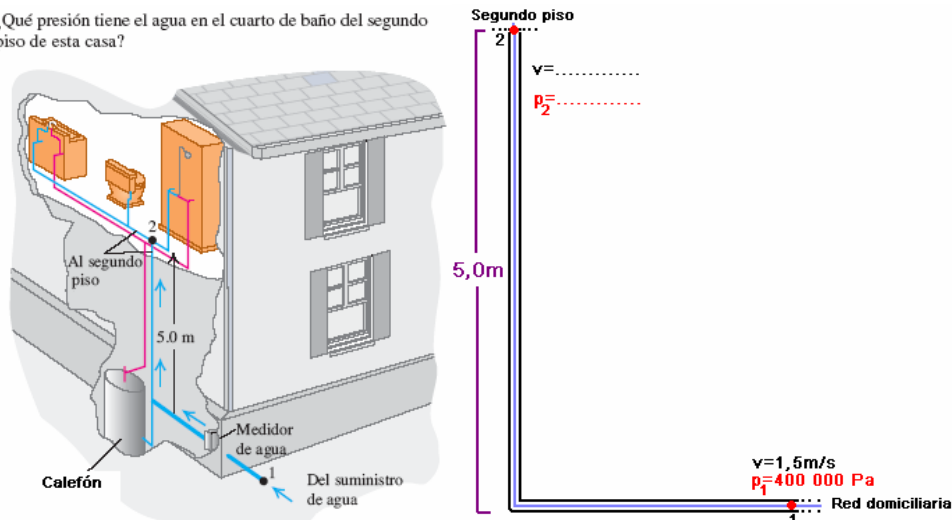
Resumen de la secuencia didáctica

- Presentar la expresión completa del *Principio de Bernoulli*, considerando las diferencias de altura.
- Presentar el *concepto de caudal como un recurso de interés para el análisis de las velocidades en tubos de flujo*.
- *Realizar ejercitación que posibilite poner en práctica los procedimientos propios de las resoluciones cuantitativas.*

Actividades y tiempos

- Actividad interactiva con todo el curso: *presentación de la versión completa del principio de Bernoulli*; desde las 7:30hs hasta las 8:15hs.
 - Actualmente, nuestras viviendas se abastecen de agua a través de una red domiciliaria. La empresa que proporciona este servicio, asegura un suministro cuya presión alcanza los 400 000Pa (unas 4 atm). A través del caño de conexión, es posible llevar agua a cuartos de baño que se encuentren a 5m de altura. Si consideramos este caso, la rapidez con la que ingresa el agua es de 1.5 m/s.
Predigan cuál será la velocidad con la que circula agua en el punto 2 y escriban sus razones y finalmente calculen la presión en este punto.

¿Qué presión tiene el agua en el cuarto de baño del segundo piso de esta casa?



**En este momento, voy a promover que todo el grupo de clase discuta cuál es la velocidad en el punto 2. Luego introduciré brevemente la *ecuación de continuidad*, como un modo de dar claridad a lo que sucede con la velocidad: es más sencillo notar que la cantidad de agua que ingresa debe ser la misma que la que egresa. Así, advirtiéndole que el producto entre el área del tubo y la velocidad permite obtener unidades de volumen respecto del tiempo, propondré que todos analicen la expresión que sigue, para reflejar este hecho:

$$Q_{\text{ingresa}} = Q_{\text{sale}}$$

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2$$

Este modo de introducir el tema, posee la ventaja de prescindir de otros conceptos asociados al problema, dado lo apremiante que sería intentar retomar todas estas cuestiones entre los estudiantes.

Luego, cuando intenten aplicar el principio de Bernoulli llegarán a que las presiones son las mismas...

$$p_1 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v_2^2 \Rightarrow p_1 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v^2 - \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v^2 = p_2 \Rightarrow p_1 = p_2 \rightarrow ???$$

Les preguntaré qué opinan del resultado y les diré que se realizó una medición de la presión en ese punto, obteniendo un valor de 351000Pa: ¡algo no funciona bien! Nuevamente los interrogaré sobre qué cosa no hemos considerado en los cálculos, para referirme a la altura. De ahí la necesidad de incorporar el término que las tiene en cuenta.

Aclararé que no fue considerado en la clase anterior por dos razones: introduciría una complejidad innecesaria para una primera aproximación, y sólo producía un error menor al 5% en el resultado final (debido a la baja densidad del aire).

$$p_1 + g \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v^2 = p_2 + g \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot h_2 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v^2$$

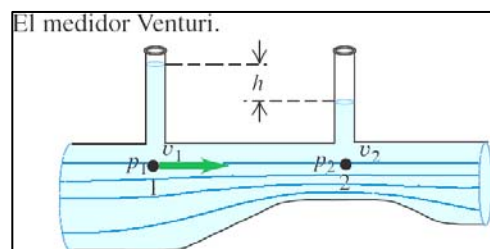
$$p_1 + g \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot h_1 = p_2 + g \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot h_2$$

$$p_1 + g \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot h_1 - g \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot h_2 = p_2$$

$$351000 \text{ Pa} = p_2$$

- Actividad en grupos; desde las 8:15hs hasta las 8:50hs:

- La siguiente figura, ilustra un *medidor Venturi*. Este dispositivo, se utiliza en diques para medir la cantidad de agua que pasa a través del tubo. Teniendo en cuenta que la presión en el punto 1 es de 80960Pa y la presión en el punto 2 es de 57480Pa, intenten explicar:



- ¿Cuál es la razón por la cual el agua queda elevada a distinta altura?
 - ¿Cómo debe ser la velocidad en el punto 2, respecto la velocidad del punto 1? Predigan qué sucedería si el tubo no tuviera el estrechamiento que lo caracteriza.

- Si se conoce que el agua ingresa a una velocidad de 6m/s, apliquen el principio de Bernoulli y obtengan el valor de la velocidad en el punto 2.

$$p_1 + g \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot h_1 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v_1^2 = p_2 + g \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot h_2 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v_2^2$$

$$h_1 = h_2$$

$$p_1 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v_2^2$$

$$\sqrt{\frac{2}{\delta_{\text{agua}}} \cdot \left(p_1 - p_2 + \frac{1}{2} \cdot \delta_{\text{agua}} \cdot v_1^2 \right)} = v_2$$

$$v_2 = 9,1 \frac{m}{s}$$

- ¿Cuánta cantidad de agua pasa por unidad de tiempo, si se sabe que el área en la parte estrecha del tubo es de 0,07m²?

$$Q = A \cdot v = 0,07m^2 \cdot 9,1 \frac{m}{s} = 0,637 \frac{m^3}{s} \Rightarrow 637 \frac{l}{s}$$

Argumentación

En esta clase, se busca una mayor familiarización del estudiante con los procedimientos y principios físicos que supone la modelización de un fenómeno. A través de problemas que presentan cierto grado de apertura, se combinan los análisis cuantitativos y cualitativos. De este modo, se esperan alcanzar los objetivos antes mencionados.

Se procuró realizar una breve aproximación a la ecuación de continuidad, de manera que los estudiantes clarifiquen las relaciones entre la presión, la velocidad y las diferencias de área. En este punto, queda implícita la importancia de la incompresibilidad del agua, bajo la preconcepción acertada de la conservación de la masa.

Formas de evaluación

En este caso, los problemas que debían resolver como tarea, así como la actividad en grupos, dan a luz las dificultades que tienen en esta etapa del aprendizaje. Ya que los problemas pendientes abarcan la mayoría de los contenidos conceptuales e involucran el uso de expresiones matemáticas, se recogerá valiosa información para realizar cualquier modificación necesaria en la instancia de examen.

Los instrumentos y criterios de evaluación

A lo largo de toda la práctica, las actividades que se propusieron durante las clases, sirvieron para evaluar el proceso de aprendizaje en los estudiantes. Las participaciones, el tipo de preguntas efectuadas y las exposiciones grupales fueron tomadas en cuenta para conformar un *puntaje sobre los contenidos adquiridos*. A la vez, quienes realizaron las tareas propuestas, pudieron ser evaluados más precisamente, aunque no se contara un registro escrito de cada estudiante.

Es necesario aclarar que no se trató de descalificar o castigar con bajas notas a quienes no participaron. Tampoco se buscó premiar con altos puntajes a quienes hayan cumplido con lo esperado por el docente. Colocar una puntuación a la actitud, el interés o, en el peor de los casos, a la afinidad con el docente, se consideró como un gran obstáculo al fin último de toda *educación*. Si se tiene en cuenta las dos raíces etimológicas del término 'educar' (*educere*, que significa extraer y actualizar todo lo que hay en la persona, sacar a la luz toda la riqueza que hay en ella; y *educare*, que significa nutrir, alimentar, ofrecer posibilidades para que el otro pueda crecer), el docente está llamado a acompañar a la persona del estudiante para que sea quien está llamada a ser. No se trata, pues, de hacer que la persona sea lo que el docente quiere y evaluarla positivamente siendo ese el caso, sino de promover y respetar sus capacidades, potencialidades, autonomía y particularidades. Desde esta conciencia, la tarea de evaluar está justificada sólo si refleja, como significado más profundo, una evaluación sobre los contenidos y *no sobre la persona*.

Volviendo al puntaje sobre los contenidos adquiridos, éste conformó el 40% del total que se podía alcanzar en el examen escrito. En cuanto al diseño de la última instancia de evaluación, se realizó cuidando examinar los aprendizajes que efectivamente se pudieron acompañar y promover, conformando así el 60% restante. En las páginas que siguen, se presenta esta última instancia de evaluación a través de lo que fue la clase número nueve.

Clase número 9

Objetivo específico

Evaluar y calificar el aprendizaje alcanzado durante las ocho clases de práctica.

Contenidos a Evaluar

- Conceptuales:
 - ✓ Concepto de presión y sus unidades.
 - ✓ Principio general de la hidrostática.
 - ✓ Presión atmosférica.
 - ✓ Principio de Bernoulli.
 - ✓ Ecuación de continuidad.
 - ✓ Leyes de Newton.

- Procedimentales:
 - ✓ Realizar análisis cualitativos que permitan la comprensión de un problema, articulando los conocimientos adquiridos.
 - ✓ Identificar variables relevantes y sus relaciones.
 - ✓ Operar matemática y algebraicamente las distintas expresiones que modelan un fenómeno en particular.
 - ✓ Analizar los resultados obtenidos a la luz del cuerpo de conocimientos que ya disponen.

- Actitudinales:
 - ✓ Participar en las instancias de construcción del conocimiento.
 - ✓ Implicarse en la resolución cualitativa y cuantitativa de situaciones problemáticas.
 - ✓ Responsabilizarse en la realización y entrega de la tarea pendiente de cada clase.

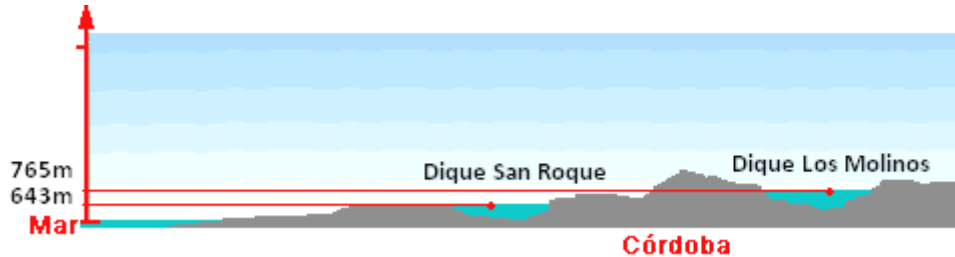
***El siguiente examen se encuentra dividido en dos instancias: la evaluación del proceso de aprendizaje a lo largo de la práctica (primeros cuatro puntos del examen ya definidos), y el desempeño en la evaluación final (situaciones problemáticas presentadas a continuación).
Cada problema tiene un valor de dos puntos, haciendo un total de seis. Cada estudiante tiene, como máximo, tres posibilidades de para realizar preguntas.*

Nombre Completo: _____

Año, Curso y División: _____

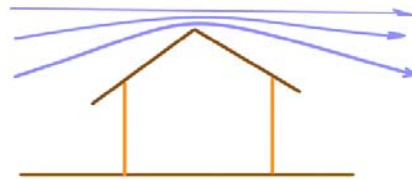
Fecha: _____

- 1) En la provincia de Córdoba, hay numerosos diques distribuidos a lo largo de su relieve montañoso. El dique de “Los Molinos”, por ejemplo, se encuentra a una altitud de 765 metros, mientras que el dique “San Roque” alcanza los 643 metros sobre el nivel del mar.



Durante el verano pasado, un joven practicó buceo con snorkel en ambos diques, llegando a *3 metros de profundidad en cada uno*. Sin embargo, su experiencia en el dique San Roque, no fue muy agradable: sufrió un intenso dolor de oídos.

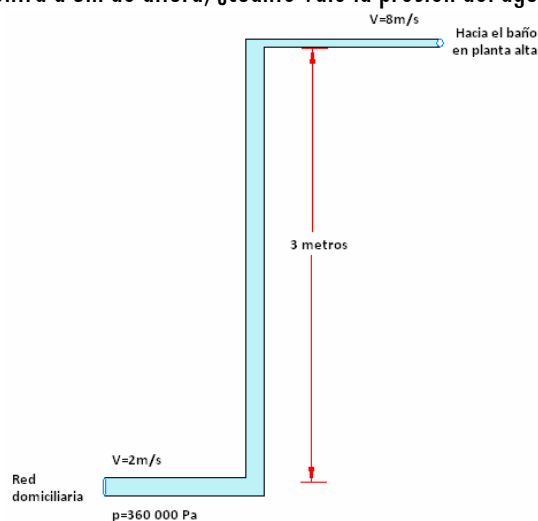
- ¿Por qué razón experimentó dolor en un caso, y no en el otro?
 - Calcule la presión que experimentó *en cada dique*, al llegar hasta los tres metros de profundidad.
- 2) Durante una tormenta de fuertes vientos, una casa prefabricada con materiales de madera y chapa, sufrió la voladura de su techo. Observando la siguiente figura, en donde se detalla la casa y la corriente de viento, explique cómo pudo suceder esto y dibuje las fuerzas que afectan al techo.



- 3) Se realizó una conexión de agua con dos tipos de caño: uno grueso y otro más fino. Se tomaron las mediciones de la velocidad con la cual ingresaba el agua y se obtuvo un valor de 2m/s. En el otro extremo, a través del tubo más fino, el agua salió a unos 8m/s.

Si la presión de la red domiciliaria es de 360 000Pa, responda:

- ¿Cómo debería ser la presión en el tubo más fino, respecto la presión de la red? ¿Por qué?
- Si el tubo más fino se encuentra a 3m de altura, ¿cuánto vale la presión del agua en su interior?



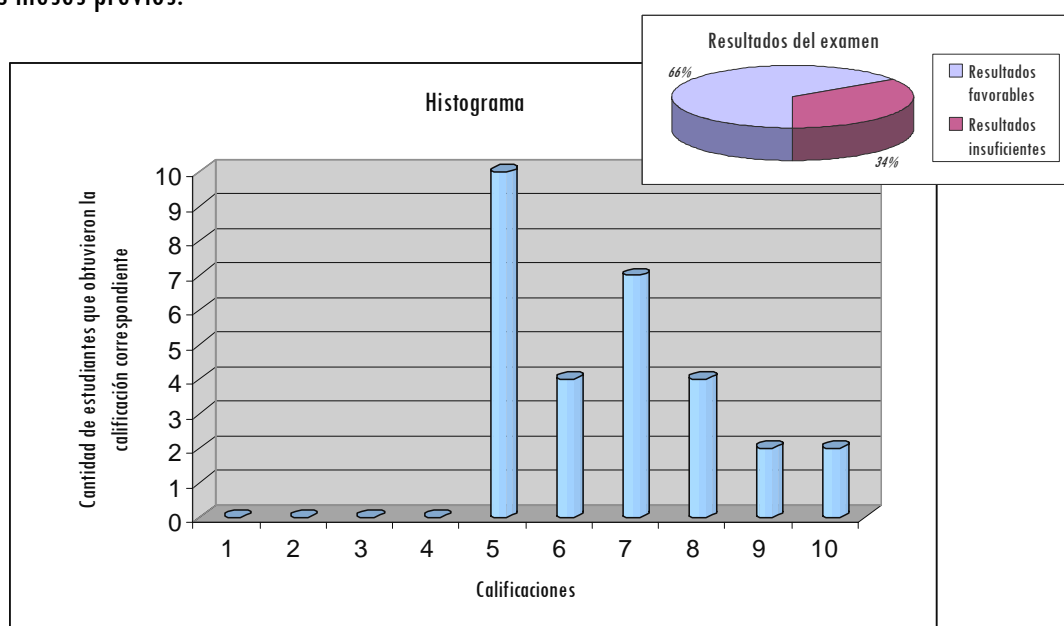
Los resultados:

La aplicación de este instrumento tuvo resultados que confirmaron algunas apreciaciones que se iban teniendo durante la puesta en práctica de las planificaciones. Se hicieron evidentes las dificultades respecto al uso de la calculadora y la tendencia a resolver algorítmicamente las situaciones problemáticas. Estas observaciones pudieron constatarse mientras se desarrollaba el examen, donde ocurrió que:

- Algunos de los estudiantes aplicaron las fórmulas innecesaria o incorrectamente;
- Quienes participaron durante las clases denotaban mayor seguridad, y casi no utilizaron los intentos para realizar consultas;
- Fue común que en el problema 1 intentaran usar únicamente la fórmula de la presión para la atmósfera isotérmica, introduciendo como dato la suma o diferencia entre la altitud y la altura;
- La mayoría realizó preguntas sobre el problema 2, como por ejemplo: “¿acá hay que usar alguna fórmula?”, “¿es suficiente con esta explicación?”.
- Brindaron más de una explicación sobre la voladura del techo (reconociendo las características de baja presión del flujo lateral pero citando también el arrastre frontal).
- Muchos de ellos intentaron certificar alguna de las variantes ofrecidas como explicación, argumentando no saber cuál era la correcta finalmente.

Todos estos sucesos poseen gran coherencia con el proceso vivenciado durante el dictado de clases. El hecho de que los estudiantes ofrezcan más de una explicación para el problema 2, es reflejo de la metodología empleada durante las clases sumado a la ausencia de un *equilibrio en los enfoques comunicativos*³ (tardíamente alcanzado en la última de las clases). Además, el fuerte carácter conceptual y cualitativo de las situaciones problemáticas planteadas, redujo los tiempos que podrían haberse empleado para generar una instancia de revisión más global y para la ejercitación relativa al tratamiento matemático de los problemas (incluido el uso de la calculadora).

Al margen de estas cuestiones, las correcciones de cada examen implicaron numerosas revisiones que tuvieron en cuenta las falencias mencionadas. Así, los exámenes se dividieron en un 34,4% con resultados insuficientes y, el 65,6% restante, tuvo resultados favorables. El docente a cargo del curso estuvo de acuerdo con las correcciones y sólo agregó un punto más a dos estudiantes que se esforzaron durante los meses previos.



³ Particularidad del enfoque comunicativo desarrollado que, se detallará en el capítulo siguiente.

Capítulo 4
Una mirada retrospectiva

El presente capítulo está enmarcado dentro de la etapa post-activa de la práctica profesional. La misma implicó una reflexión de todo el proceso vivenciado en el transcurso del año.

En cuanto al contenido de este apartado, se prefirió optar por un análisis reflexivo de las tensiones que se experimentaron durante las prácticas, dejando en segundo plano las descripciones de los hechos y la aplicación de la *tecné*, la *didaxis* y la *episteme* en sí mismas. Esta postura está fundada en que si bien es valioso detenerse en la herramienta didáctica usada y en los detalles de su aplicación, no debe olvidarse de *quién* la implementa y a *quienes* está dirigida: la *persona*. Mientras la herramienta en sí misma posee un valor relativo -comparable a otras, cuestionable y criticable-, la *persona* posee un valor absoluto que radica en su *dignidad personal*: vale por sí misma y no debe instrumentalizarse ni compararse (Domínguez Prieto, 2013). Por más compleja y completa que sea la técnica, siempre resulta subordinada a la complejidad de la *persona* que la usa.

La experiencia durante la práctica

Uno de los instrumentos que se propuso para registrar y reflexionar sobre el proceso vivenciado, fueron las narrativas posteriores a cada clase. La clave de documentar narrativamente experiencias pedagógicas, se encuentra en la posibilidad de conocer lo que hay detrás de cada decisión, los variados puntos de vista, los supuestos y las proyecciones al momento de enseñar (Ministerio de Educación Ciencia y Tecnología, 2005).

A continuación, estos recursos se encuentran organizados bajo tres títulos sugerentes. Ellos pretenden reflejar más auténticamente la experiencia de la práctica, proponiendo un análisis integrado de la totalidad de las clases, a partir de los recursos bibliográficos de los que se dispuso.

Tensiones entre búsqueda y rol docente:

Durante las primeras 4 clases, se evidenció un proceso de creciente tensión entre la aplicación de los criterios didácticos sobre los cuales se planificó, y la manera en la cual se entendía el rol docente.

La primera de las clases contó con un orden y un enfoque comunicativo dialógico que resultó muy provechoso, sumado a la buena disposición de los estudiantes. Los momentos de predicción sobre cada fenómeno permitieron explorar ampliamente las ideas de los estudiantes y fue posible organizar toda la clase en función de la pregunta central. De esta manera, la hipótesis sobre la presión atmosférica fue adquiriendo consistencia por el trabajo participativo de los estudiantes. Al margen de esto, la sensación de no haber podido realizar un “*cierre*” comenzó a ser una fuente de inquietud.

Ya en la segunda clase, se intentó realizar un breve recoger (a modo de cierre de la clase anterior) para *ratificar o acreditar* la hipótesis sobre la presión atmosférica: el resultado fue un gran desconcierto ante las miradas de confusión del alumnado. Posteriormente se abordaron las experiencias relativas a la isotropía de la presión mediante las actividades de predicción. Nuevamente se incrementó la sensación de malestar a partir de tres factores: la imposibilidad de realizar, en el pizarrón, un registro de las ideas previas que surgían; las falencias para organizar la participación de los estudiantes; y el clima de falta de escucha que se generó. Algo que se vivenció como positivo, fue que los estudiantes pudieron llegar a expresar la hipótesis de que la presión sea “*multidireccional*”. En este punto de la clase, la percepción de lo que objetivamente iba sucediendo terminó muy afectada por la inseguridad acerca de la adquisición de contenidos, las carencias para gestionar una metodología común en torno al esclarecimiento del fenómeno, y el enojo ante el clima de falta de escucha. Una vez más, la imposibilidad de realizar un cierre que *diera el aval necesario* a las propuestas de los estudiantes, potenció aún más las percepciones citadas.

En función de esta línea de análisis, dos acontecimientos relevantes ocurrieron en la tercera y cuarta clase. El creciente malestar que se iba experimentando, comenzó a distenderse frente a la posibilidad de expresar mi enojo como un llamado a colaborar responsablemente en el ordenamiento de la clase, en reivindicar un enfoque más centrado en el docente -donde deje expuesto con claridad, el análisis final del fenómeno estudiado- y por último, la realización de ejercitación práctica que retome los aprendizajes que se buscaban alcanzar (cuarta clase).

Ahora bien, la manera en la que están asociadas estas vivencias halla su respuesta en la concepción del rol y la tarea docente que se tenga interiorizada: la tensión creció conforme se aplicaban los nuevos criterios de enseñanza y disminuyó conforme se retornó al rol de *quién analiza y explica los fenómenos (o al menos, los certifica o avala)*. Se trata de una tensión constante entre la seguridad -a veces auto referenciada- de quién debe garantizar la adquisición de contenidos (exponiendo con claridad el modelo explicativo ofrecido por la ciencia) y aquel que gestiona las dinámicas tendientes al descubrimiento de modelos explicativos más consistentes (dentro de los límites que la actividad escolar impone y con aportes por parte del docente que dan completitud al conocimiento).

Conquistando una nueva ubicación:

A la experiencia de tensión constante, se le sumó el peso de una evaluación de desempeño negativa, motivada por el exceso de preocupación en la aplicación correcta de la técnica (clase número 3). Esto acrecentó la necesidad vital de una gran comprensión, contención y empatía. Fue así que el *acontecer* de la práctica y el apoyo de quienes son nombrados en los agradecimientos, hizo posible *dimensionar el valor de las cuestiones antropológicas en la educación*. Esto quiere decir que más allá de los aprendizajes que deseen promoverse, se encuentra la *persona* en sí misma, necesitada de un trato conforme a su dignidad personal. La importancia de un docente capaz de gestar un *encuentro* donde se tiene la intención de salir de sí (de sus preocupaciones técnicas más inmediatas) y ponerse en el punto de vista del alumno, no debe considerarse un detalle menor. El encuentro con quién se dispone a recibir al otro como *persona*, como fin en sí misma, como alguien al que se acoge, *y no solo como una mera inteligencia*, hace posible un *compromiso personalizante* que desemboca en un verdadero crecimiento. Por tanto, es primordial que la persona del alumno y del docente no sea *cosificada*.

Cuando aquí se habla de la *persona*, se hace referencia a un *quién* que no se puede definirse como si fuera un mero objeto: mientras que los objetos “valen-para”, las personas valen por sí mismas (poseen una dignidad absoluta) y merecen respeto al margen de su edad, condición, coeficiente intelectual, género e, incluso, actuación moral. También se puede decir que, mientras las cosas son acabadas, la persona es un ser en construcción e inacabado: siempre puede crecer, mejorar, dar-de-sí (o empeorar y degradarse). Por tanto, no es sometible a etiquetas ni a categorías cerradas, mucho menos definitivas. Conceptuar a una persona llamándole “vago”, “inútil” o “incapaz” resulta injusto porque supone *cosificarla* y no admitir que puede cambiar.

Mientras los objetos son utilizados y desechados cuando ya no sirven, las personas no deben ser desechadas o marginadas ante las situaciones donde más condicionadas se encuentren, ya sea por la propia historia, las circunstancias, la estructura genética, su familia, su educación, su situación económica. En estas circunstancias, la persona debe ser cuidada y acompañada con mucho más empeño. De ninguna persona está escrito quién va a ser (por más vieja que sea) y siempre está en continua auto creación; es un ser condicionado pero *no determinado*, y es fundamental que asuma la responsabilidad última sobre su futuro: la persona es también es tarea para sí misma (Domínguez prieto, 2013).

A partir de estas reflexiones, se suscitó una nueva ubicación frente a los futuros colegas y la manera de vinculación consigo mismo durante la práctica. Este acontecimiento hizo que en las clases subsiguientes, pudiera descansarse en una nueva disposición: la de quién se reconoce *persona* en un *proceso de aprendizaje* y cuyo valor máximo se encuentra en las *personas* que acompaña, independientemente de cómo sea evaluada la aplicación de la técnica que utiliza como herramienta.

Fue así que, durante la quinta, sexta y séptima clase, las posibilidades de establecer un patrón interactivo y un enfoque dialógico se fortalecieron. Se mejoró la sencillez con la cual se presentaron las experiencias, y se organizaron más efectivamente las dinámicas áulicas entorno a la actividad de predecir, argumentar y observar. En cada oportunidad, los alumnos realizaron registros muy ricos. Uno de los cambios más notorios se produjo en la manera a través de la cual se cuestionaban los modelos explicativos -con experiencias más claras y concretas-, y también en la manera de intervenir durante las charlas colaborativas que los mismos estudiantes generaban para resolver conflictos y construir explicaciones. De este modo, se alcanzó la percepción común de que argumentar, participar y discutir era verdaderamente útil en el proceso de aprendizaje.

Entre muchos otros detalles, se dieron expresiones entre los estudiantes que revelaron un profundo desconcierto frente a lo que creían entender de un fenómeno, seguido de afirmaciones más consistentes en relación a temas como la “multidireccionalidad” de la presión, la disminución de la presión con el aumento de la velocidad y la diferencia de presiones como causa de una fuerza resultante. El *aval* de sus nuevos modelos explicativos, ahora se hallaba en la comprensión que habían logrado más que en lo expuesto por parte del docente.

Equilibrio de enfoques comunicativos:

Durante la clase número 8, se alcanzó un equilibrio comunicativo entre el enfoque dialógico y el autoritativo. En la misma, se estableció como objetivo principal y valiéndose de la ecuación de continuidad, la presentación completa del principio de Bernoulli. Aunque algunos detalles ya han sido expuestos en la planificación, vale decir que una vez aclarada cuál era la incógnita del problema, se interrogó a los estudiantes acerca de cómo debería ser la velocidad. Frente a esto, muchos respondieron que sería menor (dada la altura, el choque contra la dobladura del caño o debido a lo que sucede con una manguera de jardín); otros mencionaron que sería mayor -para llegar hasta esa altura-. Frente a esta disyuntiva, se propuso que *en la Física resolvieron este conflicto pensando, más bien, en la cantidad de agua que ingresa y la cantidad que egresa*. A partir de allí, el enfoque fue autoritativo e interactivo a la vez. Esto supuso realizar distintas preguntas al grupo de clase y escuchar sus aportes: un estudiante mencionó que es condición necesaria para la ecuación de continuidad que el tubo se encuentre lleno de agua. A partir de allí y siguiendo el punto de vista expuesto, los estudiantes pudieron concluir que la velocidad sería la misma y que, aplicar Bernoulli tal como había sido presentado, conduciría a una inconsistencia. Finalmente, se explicitaron las razones por las cuales aún no se había presentado la forma completa y arribaron a la solución correcta.

De esta manera, la totalidad de los acontecimientos expuestos revelan la importancia de establecer un equilibrio de enfoques, donde son necesarios tanto el aval y la exposición por parte de la persona del docente, como los procesos de razonamiento de la persona del estudiante.

Conclusiones Finales

La experiencia de la práctica puede ser resumida como un significativo cambio en la concepción de la tarea docente. Al comienzo del año, se disponía de una sólida formación en los contenidos de la Física, de las Teorías del Aprendizaje y de la Didáctica Específica. Sin embargo, esto no asegura la constitución de una herramienta o técnica específica para la enseñanza de las ciencias; se puede contar con muchos recursos pedagógicos, pero aprender a utilizarlos eficazmente supone un gran trabajo. Conflictuar el modelo histórico del quehacer docente, arraigado profundamente a lo largo de los años, es una tarea de éxodo continuo entre el exponer los modelos ya construidos y el exponerse a construir modelos. Así fue posible encontrar nuevas claves para abordar las preconcepciones, cuestionarlas y ofrecer un camino de actividades que conduzca al modelo ofrecido por la ciencia.

Ahora bien, esto no quiere decir que la educación sea un proceso de aplicación de las técnicas adecuadas. Hay que abrirse a la cuestión antropológica que ésta involucra. Educación es *comunicación* de lo que es, vive y piensa el educador y la comunidad educativa. Todo profesor posee, implícita o explícitamente, un modelo de “persona” según el cual se vinculará con sus estudiantes y actuará en sus clases: si lo que piensa es que sus estudiantes son meras inteligencias encarnadas, será cumplir programas pedagógicos impolutos y demandará resultados en igual grado de excelencia. De ahí la importancia de tener presente, por sobre todas las cosas, *la persona del estudiante y su plenitud*. La máxima preocupación del docente debe ser el educar para que los estudiantes lleguen a *ser* más y no sólo a *tener* más conocimiento. Si la educación no está centrada en la *persona*, descuidará su dignidad ontológica y sólo será un adiestramiento, un entrenamiento, una preparación técnica, una habilitación para conseguir un título, un pasaporte con ventaja a la sociedad del conocimiento, mercancía.

Y esto no es una teoría o una hipótesis, sino la experiencia de toda *persona*: la necesidad de ser tratada según *quién* es, y promovida en sus capacidades intelectivas, afectivas, volitivas, corporales comunitarias, a través de las cuales y junto a otros, va descubriendo quién está llamada a ser. Esto constituye su *para qué*, el cual da sentido a todo lo que hace: la dimensión espiritual desde donde se toma postura ante sí mismo y ante la realidad (Dominguéz Prieto, 2007).

Bibliografía

- AGUIAR, O. G., MORTIMER E.F., SCOTT, P.(2010) "Learning From and Responding to Students' Questions: The Authoritative and Dialogic Tension", *Journal of research in science teaching*, Vol.47, N^o.2, pp.174–193.
- AIP (American Institute of Physics) (1998). "Children's misconceptions about science. «Operation Physics», elementarymiddle school physics education project." <<http://www.amasci.com/miscon/opphys.html>>, 10 noviembre de 2014.
- BOMBINI, G. (2004). "Prácticas docentes y escritura: hipótesis y experiencias en torno a una relación productiva". I Jornadas Nacionales Prácticas y Residencias en la Formación de Docentes. 14, 15 y 16 de Noviembre de 2002. Córdoba, Argentina. En "Prácticas y Residencias. Memoria, Experiencias, Horizontes. . ." Ed. Brujas.
- CAAMAÑO A. (2003). "Enseñar ciencias: Los trabajos prácticos en ciencias". Ed. Graó. Barcelona, pp. 95-118.
- CARRASCOSA ALÍS, J. (2005). "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), pp. 183-208.
- CARRASCOSA ALÍS, J. (2005). "El problema de las concepciones alternativas en la actualidad. El cambio de las concepciones alternativas". *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), pp. 388-402.
- DOMÍNGUEZ PRIETO, X.M. (2013). "Para ser Persona", Fundación Emanuel Mounier, Madrid, 2a edición (libro electrónico).
- DOMÍNGUEZ PRIETO, X.M. (2007). "Educar: llamada y proyecto de vida", Valencia. Documento disponible en línea: <http://www.surgam.org/articulos/499/01.%20Educar.%20Llamada%20y%20Proyecto.pdf>, 10 de noviembre de 2014.
- DUARTE J. (2003) "Ambientes de aprendizaje: una aproximación conceptual". *Revista iberoamericana de educación*. Documento disponible en línea: www.rieoei.org/deloslectores/524Duarte.PDF, 3 de noviembre de 2014.
- GUILLARÓN, J. J., MÁNDEZ, L. M., LOURENÇO, A. B., COSTA, G. G. G., HERNÁNDES, A.C. (2012). "Evaluación de las representaciones de los conceptos de peso y masa de los alumnos de enseñanza media en São Carlos y región (Brasil) y en la provincia de Santiago de Cuba (Cuba)". *Lat. Am. J. Phys. Educ.*, 6 (4), pp. 639-647.
- GVIRTZ, S., PALAMIDESSI M. (2006). "El ABC de la tarea Docente: Currículum y enseñanza". Ed. Aique, Buenos Aires, Argentina, 3a ed.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M. P. (2010). "10 Ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas". Ed. Graó, Barcelona. España.
- KARIOTOGLOY, P., KOUMARAS, P. y PSILLOS, D. (1993). "A constructivist approach for teaching fluid phenomena". *Physics Education*, 28(3), pp. 164-169.
- KIND, V. (2004). "Beyond Appearances: Students' misconceptions about chemical ideas". *School of Education Durham University*, 2nd Edition.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN CIENCIA Y TECNOLOGÍA; ORGANIZACIÓN DE LOS ESTADOS AMERICANOS AGENCIA INTER AMERICANA PARA LA COOPERACIÓN Y EL DESARROLLO (2005). "La documentación narrativa de experiencias pedagógicas: una estrategia para la formación de docentes". Documento disponible en línea, <https://www.unrc.edu.ar/unrc/academica/pdf/libro-narracl.pdf>, 8 de noviembre 2014.
- MINISTERIO DE EDUCACIÓN DE LA PROVINCIA DE CÓRDOBA (2011). "Diseño curricular educación secundaria, Orientación ciencias naturales 2012-2015".
- MOLINA DE COLMENARES, N., PÉREZ DE MALDONADO I. (2006). "El clima de relaciones interpersonales en el aula: un caso de estudio", Documento disponible en línea: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S1011-22512006000200010&script=sci_arttext, 30 de junio de 2014.
- POZO, J. I. (1994). "La solución de problemas", Madrid.
- POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (2002). "La adquisición del conocimiento científico, ¿una prótesis cognitiva?". *Innovación y ciencia*, 10 (3 y 4), pp. 34-43.
- REIF, F. y LARKIN, J. (1991). "Cognition in scientific and everyday domains: Comparison and learning implications". *Journal of Research in Science Teaching*, 28, pp. 733-760.
- SANMARTÍ N. (2010). "10 Ideas clave. Evaluar para aprender". Ed. Graó, Barcelona, España.

