

# Los géneros discursivos de Bajtín como marco de análisis en la adquisición de la competencia de comunicación escrita del laboratorio de física: el caso de dos prácticas

REVISTA  
DE  
ENSEÑANZA  
DE LA  
FÍSICA

**Bakhtin's speech genres as theoretical framework to analyse written communication skills in physics laboratory: the case of two reports**

**Abraham Vilchis Uribe<sup>1</sup>, Isaías Miranda Viramontes<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Universidad Iberoamericana Campus Cd. México, Prolongación Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, Del. Álvaro Obregón, CP 01219, México.

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Instituto Politécnico Nacional, Calzada Legaria 694, Col. Irrigación, Del. Miguel Hidalgo, Ciudad de México, CP 11500, México

**E-mail:** p21048@correo.uia.mx

(Recibido el 9 de mayo de 2016; aceptado el 2 de agosto de 2016)

## Resumen

En el contexto educativo, el laboratorio juega un papel importante en el aprendizaje de habilidades científicas. En la presente investigación, con base en los géneros discursivos propuestos por Bajtín, se analiza la manera en que un equipo de tres estudiantes de ingeniería escribe dos reportes de laboratorio. Las prácticas correspondientes a estos reportes fueron rediseñadas con base en el sistema Investigative Science Learning Environment (ISLE). El análisis muestra una mejoría de los estudiantes respecto de la manera de reportar las conclusiones de la segunda práctica. Al final del artículo, se mencionan algunas implicaciones para la enseñanza de la Física y su relación con el laboratorio.

**Palabras clave:** ISLE; Laboratorio de física; Bajtín; Comunicación escrita; Género discursivo.

## Abstract

In educational context, physics laboratory plays an important role in learning science skills. Drawing on Bakhtin's speech genres, in this study we analyze the way a group of three engineering students write two laboratory reports. The two corresponding laboratory practices to these reports were designed according to the Investigative Science Learning Environment. The analysis shows students' improvement in regard with the second laboratory report. Instructional implications are shown.

**Keywords:** Bakhtin; Written communication; Physics; Speech genres; Laboratory.

## I. INTRODUCCIÓN

Algunos investigadores en enseñanza de la física aseguran que el trabajo de laboratorio de esta disciplina no solo forma parte importante en el aprendizaje de los conceptos (Tsai, 1999; Trumper, 2002, 2003; Wang y Coll, 2005) sino que permite desarrollar diferentes habilidades científicas. Por ejemplo, Trumper (2002) asegura que una de estas competencias podría estar relacionada con el hecho de que los estudiantes deben estar conscientes de que los datos numéricos experimentales solo tienen sentido cuando se toma en cuenta la precisión con la que estos son tomados. Al respecto, Sebastia (1987) había comentado que el laboratorio, además de ilustrar el contenido de las clases y de enseñar técnicas experimentales, debería promover actitudes científicas. Ahora bien, aun cuando Trumper (2003) y Barolli, Laburú y Guridi (2010), en su revisión histórica sobre el papel del laboratorio de física a partir de principios de la década de 1960, concuerdan con los tres objetivos propuestos por Sebastia, también señalan que no hay una defi-

nición clara sobre la dirección que este tipo de laboratorio debe tomar. Trumper señala, en específico, que esta dirección debe estar directamente relacionada con el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

*El cambio de la forma en que los estudiantes aprenden implica repensar la forma en que enseñamos en el laboratorio, escribiendo nuevas guías de laboratorio, creando programas de capacitación para auxiliares docentes e instructores y, tal vez, diseñando algunos nuevos experimentos para apoyar a los estudiantes desde la escuela primaria hasta el nivel universitario.* (2003, p. 664)

Diseñar nuevos experimentos de laboratorio, acción sugerida por Trumper (2003) en la cita anterior con la finalidad de promover un cambio en el aprendizaje, es una de las principales propuestas de algunos investigadores para desarrollar habilidades científicas en los estudiantes. Por ejemplo, Eshach y Kukliansky (2014) muestran cómo un diseño específico de ambientes de aprendizaje, implementado en los laboratorios de Física, contribuye a que los estudiantes desarrollen la habilidad de interpretar datos por medio de gráficas. Al igual que Eshach y Kukliansky (2014), Zwickl, Finkelstein y Lewandowski (2014) diseñaron una práctica de laboratorio sobre la polarización de la luz para desarrollarla habilidad relacionada con la modelización de fenómenos. Por su parte, Etkina, Karelina, Ruibal-Villasenor, Rosengrant, Jordan, y Hmelo-Silver (2010) proponen la creación de un sistema, al que ellos denominan Investigative Science Learning Environment (ISLE), que sirva como el contexto necesario para diseñar actividades que propicien la investigación y proporcionen un andamiaje útil tanto para la reflexión de fenómenos físicos (ver también Etkina, Van Heuvelen, White-Brahmia, Brookes, Gentile, Murthy, Rosengrant, y Warren, 2006) como para el desarrollo de habilidades científicas. De hecho, la característica principal de las prácticas sugeridas en este sistema es la de permitir a los estudiantes simular el trabajo realizado por físicos profesionales.

En este artículo argumentamos que un posible cambio en el diseño de experimentos, mencionado por Trumper (2003) en la cita precedente, puede relacionarse con una nueva manera de elaborar las prácticas de laboratorio. Tomando en cuenta que una de las principales habilidades de todo científico es comunicar sus hallazgos por escrito, proponemos la modificación de dos prácticas de laboratorio para desarrollar en estudiantes la habilidad de la comunicación escrita. El marco utilizado para observar el desarrollo de esta habilidad es el de géneros discursivos, propuesto por Bajtín (1998). De manera más específica, con base en las definiciones de “enunciado complejo” y “enunciado sencillo” (Bajtín, 1998) en este artículo se describe la manera como estudiantes del primer semestre de una carrera de ingeniería mejoran sus habilidades de comunicación escrita al pedirles que elaboren una práctica de laboratorio diseñada según el sistema ISLE. En la siguiente sección se describe el marco teórico que sirve de base para el análisis de las respuestas de los estudiantes. Posteriormente se caracteriza la metodología utilizada en esta investigación y se describe el análisis de los datos. El artículo termina con algunas consideraciones finales y sugerencias para la instrucción.

## II. MARCO CONCEPTUAL

### A. El sistema Investigative Science Learning Environment (ISLE)

La propuesta del sistema ISLE (Etkinay otros 2006, Etkinay otros 2010) está basada en la corriente constructivista de la generación del conocimiento, propuesta por Piaget (1979). Establece que los estudiantes deben desarrollar competencias científicas que les permitan:

- Representar procesos físicos en múltiples formas;
- Elaborar y probar una explicación cualitativa o una relación cuantitativa;
- Modificar una explicación cualitativa o una relación cuantitativa;
- Diseñar una investigación experimental;
- Recolectar y analizar datos;
- Evaluar predicciones experimentales y resultados, afirmaciones conceptuales, soluciones de problemas, y modelos;
- Comunicarse eficientemente.

En el sistema ISLE se promueve la observación y la recolección de datos en busca de patrones a fin de que los estudiantes construyan explicaciones para, después, tratar de probarlas experimentalmente. Asimismo, se anima a los estudiantes a proponer distintas aproximaciones o explicaciones para un mismo fenómeno; se pretende que los estudiantes contrasten sus hipótesis por medio de un razonamiento hipotético-deductivo (si-entonces). Se trata, pues, de orientar al estudiante en el proceso de adquisición del método científico por medio del ensayo de cada uno de los pasos de este método (Brookes y Lin, 2011, p. 132).

Una parte importante en el sistema ISLE es el uso del lenguaje. Se pretende que el lenguaje técnico sea parte del propio proceso de aprendizaje; es decir, se sugiere proporcionar a los estudiantes la terminología habitual una vez que han hecho suyo el concepto abordado en la práctica. Por ejemplo, se les sugiere a los estudiantes el concepto *incertidumbre* una vez que han experimentado la necesidad de asociar un intervalo de posibles valores para una determinada medición.

De acuerdo con Etkina y Van Heuvelen (2007) la forma en que se estructuró el sistema ISLE y la manera de elegir las metas de aprendizaje fue obtenida a partir de observar el conocimiento surgido dentro de cuatro campos: 1) los requerimientos laborales que se demandan actualmente en el siglo XXI; 2) la epistemología científica; 3) la investigación cerebral; y 4) los estudios cognitivos. Dentro del sistema ISLE se encuentran los siguientes elementos:

- A los estudiantes no se les pregunta sobre los conceptos de física, sino que se les pide que los construyan activamente.
- Los experimentos observacionales con los que se inicia cada ciclo conceptual se eligen de manera que los estudiantes sean capaces de describirlos con sus propias palabras con la finalidad de conectarlos con los conocimientos previos.
- Los estudiantes usan sus conocimientos previos para generar explicaciones de los fenómenos observados.
- Los estudiantes producen un cambio conceptual cuando diseñan y llevan a cabo experimentos de prueba de sus explicaciones y cuando utilizan nuevas ideas para explicar fenómenos de la vida real.

A partir de esta manera de concebir las clases experimentales de física, en el presente trabajo se retomaron los tres últimos elementos para rediseñar dos prácticas de laboratorio. Con este rediseño se pretendió que los estudiantes utilizaran sus conocimientos previos para, primero, proponer estrategias de solución a problemas específicos y, segundo, comunicar por escrito sus propuestas de solución.

Antes de describir este rediseño, en la siguiente sección se expone parte de la propuesta teórica que servirá como marco para analizar los datos recopilados en este estudio.

## B. Bajtín y los géneros discursivos

En el contexto educativo, la propuesta teórica de los géneros discursivos de Bajtín (1981, 1998) ha servido como marco teórico a varios investigadores para explicar el aprendizaje y la enseñanza de la física (Arriaga, 2003; Barwell, 2012; Kazak, Wegerify Fujita, 2015; Kubli, 2005; Nemirovsky, 1994; Radford, Miranda, y Guzmán, 2008; Zacky Graves, 2001). La ventaja principal de esta propuesta radica en el hecho de considerar a la Física como un ejemplo particular de un discurso. En efecto, para Bajtín (1998) cada esfera de uso del lenguaje elabora distintas formas típicas de enunciados. En otras palabras, cada actividad específica (por ejemplo, la del ingeniero, la del médico, la del profesor y la del físico profesional) crea un uso particular del lenguaje, es decir, desarrolla un lenguaje y un discurso que le son propios (géneros discursivos). El uso de la lengua se refleja en enunciados concretos, estos reflejan las condiciones de cada esfera a través de su contenido temático, su estilo verbal y su estructuración. Según Bajtín los géneros discursivos pueden ser primarios y secundarios.

*Los géneros discursivos secundarios (complejos) –a saber, novelas, dramas, investigaciones científicas de toda clase, grandes géneros periodístico, etc.– surgen en condiciones de la comunicación cultural más compleja, relativamente más desarrollada y organizada, principalmente escrita: comunicación artística, científica, sociopolítica [...] Los géneros primarios que forman parte de los géneros complejos se transforman dentro de estos últimos y adquieren un carácter especial: pierden su relación inmediata con la realidad y con los enunciados reales de otros, por ejemplo, las réplicas de un diálogo cotidiano o las cartas dentro de una novela, conservando su forma y su importancia cotidiana tan sólo como partes del contenido de la novela; participan de la realidad tan sólo a través de la totalidad de la novela, es decir, como acontecimientos artístico y no como suceso de la vida cotidiana. La novela en su totalidad es un enunciado, igual que las réplicas de un diálogo cotidiano o una carta particular (todos poseen una naturaleza común), pero, a diferencia de éstas, aquél es un enunciado secundario (complejo) (Bajtín, 1998, p. 247).*

En el contexto particular de las clases de laboratorio de física, el profesor pretende enseñar enunciados (complejos) aceptados por esta disciplina (por ejemplo, formas de ordenar un experimento y las formas de analizarlo y reportarlo). Así, los diálogos generados por el profesor y los estudiantes, dentro del laboratorio, pueden considerarse como enunciados simples, pues su existencia solo es explicable en términos de las intenciones del profesor por construir un lenguaje científico, similar al de los físicos profesionales.

Ahora bien, estos diálogos, de acuerdo con Bajtín (1998), no necesariamente se presentan en forma verbal, sino también en forma escrita. Una tarea calificada en el laboratorio o una hoja con anotaciones numéricas (enunciados simples) establecen un diálogo entre el profesor y los estudiantes.

Bajtín (1998) asegura que el lenguaje en general, y el científico en particular, expresan pensamientos y posee una función comunicativa asociada; el hablante (en nuestro caso el estudiante) espera una respuesta de algún tipo cuando se da la comprensión: asentimiento, objeción, participación. Puesto que el enunciado es el núcleo (unidad) de la comunicación discursiva, es a partir de éste que se puede abordar la función comunicativa del lenguaje. De hecho, para comprender del todo el estilo del enunciado es preciso atender a los matices dialógicos (Bajtín, 1981). El cambio de sujeto hablante es el que delimita el enunciado, diferenciándolo y enmarcándolo. Este cambio hace que el enunciado se convierta en enunciado conclusivo, pues permite una respuesta desde el momento en el que el hablante escribió o dijo todo aquello que pretendía decir (por ejemplo, un reporte de laboratorio entregado para revisión del profesor constituye un enunciado conclusivo). El enunciado conclusivo se manifiesta cuando se agota el sentido del objeto del enunciado; cuando se determina por su intencionalidad discursiva; cuando expresa alguna de sus formas típicas –genéricas– de conclusión. Así, el hablante (por ejemplo, el estudiante) establece relaciones entre enunciados, es decir, contesta teniendo en cuenta enunciados anteriores y posteriores, suyos o ajenos, presumiblemente dentro del contexto de la lengua que utiliza. Los enunciados siempre están destinados a otro hablante (en nuestro ejemplo, el profesor), y en la elaboración del discurso siempre se tiene presente a este destinatario y su contexto (en este estudio, el contexto lo proporciona el laboratorio y las respectivas prácticas que deben realizar los estudiantes).

### III. METODOLOGÍA

Debido a que esta investigación forma parte de un proyecto más ambicioso, que consiste en documentar el impacto de prácticas de laboratorio de física modificadas según el sistema ISLE sobre la competencia de la escritura, consideramos que la metodología apropiada para el logro del objetivo de este reporte es el estudio de caso. Cohen, Manion y Morrison (2007) reconocen varias ventajas de este tipo de metodologías. Entre ellas, aseguran que el hecho de estudiar un individuo o un grupo de individuos en un contexto específico les permite a los investigadores *mirar de manera aguda* la dinámica real de las personas. En este mismo sentido, Álvarez (2003) comenta que en un estudio de caso es posible observar con detenimiento los documentos que los sujetos estudiados producen en escenarios específicos.

Los datos fueron tomados durante el curso Laboratorio de Física Universitaria 1 (en adelante, curso de laboratorio), impartido por el primero de los autores de este artículo a estudiantes de ingreso de una carrera de ingeniería (18-20 años de edad). Estos estudiantes seguían también un curso teórico de física. Los planes de estudios de ambas materias no coincidían entre sí. Por ejemplo, en el curso teórico se estudian los temas habituales de mecánica clásica, pero en el laboratorio se estudia, principalmente, metrología, estadística básica y manejo de incertidumbres. La investigación se centró en los escritos entregados por un equipo de tres estudiantes después de haber elaborado dos reportes de laboratorio, correspondientes a dos prácticas modificadas según las especificaciones del sistema ISLE.

#### A. El laboratorio y el rediseño de las prácticas

Las dos prácticas rediseñadas para esta investigación, Mediciones e Incertidumbres (Práctica 1) y Movimiento Rectilíneo Uniforme (Práctica 2), correspondieron a la primera y segunda prácticas del programa del curso de laboratorio (ver Anexo I). El documento base para el rediseño fue una guía elaborada por el primero de los autores de este artículo, a propuesta del Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad donde él trabaja (Crispín-Bernardo, Gómez-Fernández, y Ramírez-Robledo, 2012). Esta guía consistía en una serie de instrucciones (formato tradicional) que los estudiantes debían seguir en cada práctica. La guía tenía 8 años de aplicarse en las clases de laboratorio. En la Tabla 1 se muestran las principales diferencias entre el formato tradicional y el rediseño de las prácticas.

**Tabla I.** Principales características entre prácticas rediseñadas y tradicionales.

| <i>Prácticas rediseñadas</i>    | <i>Prácticas tradicionales</i> |
|---------------------------------|--------------------------------|
| Adquisición de un modelo mental | Memorización de técnicas       |
| Sugieren actividades            | Determinan las actividades     |
| Son flexibles                   | Son dirigidas                  |

| <i>Prácticas rediseñadas</i>   | <i>Prácticas tradicionales</i>                                      |
|--|---|
| Promueven la reflexión y modificación –en caso necesario- de los logros experimentales | Apoyan poco o nada la reflexión de los logros experimentales        |
| Promueven el pensamiento divergente  | Privilegian el pensamiento lineal al seguir instrucciones solamente |
| Promueven la observación crítica   | Promueven sólo parcialmente la observación                          |
| Promueven la comunicación coherentemente justificada de los logros experimentales      | Promueven parcialmente la comunicación de logros experimentales     |
| Devuelven al estudiante el control de su aprendizaje                                   | El estudiante tiene poco o nulo control de su aprendizaje.          |

Las prácticas rediseñadas fueron implementadas durante el curso de laboratorio. Las sesiones de éste eran una vez por semana (2 horas de duración). En cada sesión se formaron equipos de trabajo. Aunque la mayoría de las sesiones del laboratorio consistieron en el desarrollo de un experimento, en algunas sesiones el profesor explicaba, frente al pizarrón, la teoría que da soporte a la toma, manejo y análisis de datos experimentales. Cada una de las prácticas rediseñadas fue completada en dos sesiones.

Es conveniente señalar que, entre la Práctica 1 y la Práctica 2, se llevaron a cabo dos experiencias extensas con el fin de enseñar las técnicas estándar de toma y manejo de datos (principios básicos de estadística de la medición y el método de los mínimos cuadrados). Además, se instruyó a los estudiantes en las técnicas de uso de los principales aparatos de medición: vernier, palmer, cronómetro, báscula, etc. Por tratarse del aprendizaje de técnicas, la enseñanza de estas experiencias intermedias se dio por medio de una instrucción tipo conferencia. Asimismo, se proporcionó una guía personalizada a los estudiantes para que interactuaran con los aparatos de medición. Se esperaba que, al final de las sesiones de estas actividades, los estudiantes tuvieran los conocimientos necesarios para aplicarlos en la Práctica 2.

## **B. Práctica 1: Mediciones e Incertidumbre**

Esta primera práctica, implementada al inicio del semestre, se enfocó en la adquisición de las nociones básicas sobre la toma y manejo de mediciones y la comunicación de los resultados obtenidos al realizar mediciones específicas. Se asumía que los estudiantes habían tenido poca o nula experiencia en la toma y manejo de datos experimentales. El objetivo general de esta práctica era concientizar a los estudiantes de que el proceso de medir es complejo y delicado. Además, se hizo énfasis en que un lenguaje científico de las mediciones permite una comunicación eficaz. Específicamente, los objetivos de esta práctica, relacionados al tiempo de respuesta a un estímulo, fueron:

- Diseñar un experimento para estimar el tiempo de respuesta de una persona promedio.
- Observar e identificar los elementos característicos a toda medición.
- Observar los elementos de la medición desde diferentes ángulos relacionándolos entre sí.
- Practicar tomando datos desde una perspectiva científica.
- Realizar observaciones claras distinguiéndolas de las explicaciones.

Esta práctica se dividió en dos actividades. La primera de ellas estuvo dirigida a que los estudiantes se familiarizaran con algunos materiales de medición. Se les pidió que utilizaran, únicamente, una regla de treinta centímetros para medir el tiempo que le tomaría a una persona atrapar una regla al dejarla caer entre sus dedos (tiempo de respuesta). Esta actividad tuvo como principal característica la de enseñar a los estudiantes la acción de medir. Consideramos que esta primera práctica debía tener esta característica debido a la poca experiencia de los estudiantes con el material de laboratorio. Con esta actividad se tenía la intención de apoyar a los estudiantes en la realización de su trabajo experimental: medir correctamente de acuerdo con los estándares aceptados por el Centro Nacional de Metrología (CENAM). Vale aclarar que las instrucciones no tenían relación alguna con las que aparecen en un formato tradicional.

La segunda actividad estuvo dirigida a reforzar la observación experimental. El objetivo de esta actividad fue hacer que los estudiantes aplicaran y reforzaran los conocimientos adquiridos durante la primera actividad para resolver una situación planteada y desarrollada por ellos mismos, sin la necesidad de satisfacer instrucciones elaboradas en una guía. Se pidió a los estudiantes que diseñaran una actividad que cumpliera los mismos objetivos planteados en la primera parte. Ellos tuvieron la libertad de elegir el material que consideraran conveniente a condición de que fuera distinto del usado en la primera parte. En otras palabras, con esta segunda actividad se pretendía introducir a los estudiantes en una práctica con características del sistema ISLE.

### C. Práctica 2: Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)

En el rediseño de la Práctica 2 se buscó elaborar instrucciones que permitieran el desarrollo más flexible y no tan específicas como sucedió en la Práctica 1. Los objetivos específicos de esta práctica fueron:

- Encontrar la relación que existe entre la distancia [posición]  $x$ , y el tiempo  $t$ , para un móvil que experimenta un movimiento rectilíneo uniforme, escribiendo su ecuación experimental explícita.
- Estimar la magnitud de la velocidad de un móvil que experimenta un movimiento rectilíneo uniforme, escribiendo su valor experimental explícito.

Los estudiantes tenían libertad de elegir el experimento que permitiera la observación del MRU; sin embargo, consideramos pertinente sugerirles el montaje de un experimento con el que pudieran realizar esa observación.

### D. La Bitácora de Actividades Experimentales y el Reporte de Laboratorio

Dos documentos indispensables en el rediseño de las prácticas fueron la Bitácora de Actividades Experimentales (BAE) y el Reporte de Laboratorio (RL). Antes de cada práctica, los integrantes del equipo debían leer las guías de elaboración de cada uno de estos documentos.

En la BAE se asientan todas las observaciones y datos pertinentes necesarios para elaborar el RL. Se proporcionó a los estudiantes una guía general para apoyarlos en la captura de la información. Esta guía era flexible, pues los estudiantes tenían completa libertad de qué escribir en la BAE.

El RL tenía un formato de reporte (FR) rígido propuesto por el propio Departamento de Física y Matemáticas de la Universidad donde se llevó a cabo el presente estudio. El FR consta de los siguientes apartados: carátula, objetivos, definición del problema, resultados, análisis de resultados y conclusiones. Se proporcionó una guía donde se describe, en forma general, cada apartado (ver Anexo II); adicionalmente, se ayudó a los estudiantes en clase para resolver las dudas surgidas durante las prácticas. Asimismo, los estudiantes tenían el apoyo de rúbricas para realizar el RL.

### E. Las rúbricas y su función

El sistema ISLE sugiere el uso de rúbricas de evaluación de habilidades (extractos de estas rúbricas son mostradas en el Anexo III). Con ellas, el estudiante conoce qué habilidad será evaluada y con qué nivel de ponderación (ausente, inadecuada, necesita mejorar y adecuada). Las rúbricas fueron traducidas del inglés al español. Una semana antes de cada una de las dos prácticas, se les pidió a los estudiantes que leyeran las rúbricas.

Las rúbricas diseñadas tuvieron la intención de guiar a los estudiantes en la adquisición de habilidades científicas, en específico, la correspondiente a la comunicación escrita. Con ellas, la mayoría de los estudiantes tuvo una idea más clara de qué era lo que se esperaba de ellos y cómo debían realizarse las prácticas solicitadas. En cuanto al profesor, las rúbricas le proporcionaron un apoyo didáctico, pues podía resolver dudas planteadas por los estudiantes haciendo referencia a lo escrito en las rúbricas. El efecto en el desempeño de los estudiantes debido a la lectura de las rúbricas pudo observarse en la Práctica 2.

Otra rúbrica proporcionada a los estudiantes fue la Rúbrica para Evaluar el Reporte de Laboratorio (RERL). La RERL fue elaborada por el profesor del laboratorio (Ver Anexo IV). Ésta, al igual que las rúbricas del sistema ISLE, tuvieron como objetivo principal el de guiar a los estudiantes en su manera de elaborar el RL de cada práctica.

### F. La recolección de datos

Al final de cada una de las prácticas, el equipo entregó la BAE y el RL correspondientes. Las dos BAE fueron entregadas en una hoja tamaño carta, mientras que los dos RL fueron elaborados en formato Word (versión 97-2003) y colocados electrónicamente en la plataforma Blackboard, usada por los estudiantes en todas sus clases.

Durante cada una de las dos prácticas, se les pidió a todos los equipos que registraran en las BAE sus cálculos y observaciones del experimento. Las BAE eran, se les insistió, un documento base para la elaboración de los RL. Las dos bitácoras fueron fotocopiadas y el original fue entregado a los equipos. En lo que respecta a los RL, estos se elaboraron de forma conjunta. A los estudiantes se les pidió que, en la elaboración de los RL, se apoyaran en la RERL, en el FR, en el material discutido en clase, en su expe-

riencia previa y en el material recopilado en la BAE. Puede considerarse a los RL como la síntesis de varias informaciones dispersas en distintos documentos.

En cada práctica se proporcionó a los estudiantes asesoría constante, siempre con la intención de que encontrarán las respuestas por sus propios métodos. El objetivo de estas asesorías era disminuir, paulatinamente, el tipo de ayuda que el profesor proporcionaba a los equipos.

#### IV. ANÁLISIS DE LOS DATOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

##### A. Práctica 1: Mediciones e Incertidumbres

##### A.1. Elaboración de la BAE-1

La BAE de la Práctica 1 (BAE-1) incluía una hoja en la que los estudiantes escribieron los objetivos de la práctica y cinco hojas de anotaciones numéricas, correspondientes a las mediciones del tiempo de respuesta, efectuadas por los miembros del equipo. En lo que respecta a la hoja con objetivos (Figura 1, izquierda), desde el punto de vista de Bajtín, ésta es un enunciado primario. Aun cuando la hoja contiene enunciados completos, estos son las transcripciones de los objetivos de la Práctica 1. Su transcripción es un diálogo corto entre el autor de la práctica (profesor) y los mismos estudiantes; con esta transcripción, ellos manifestaron su propia interpretación de los objetivos. Pudiendo prescindir de los objetivos, pues estos aparecían en las hojas de descripción de la Práctica 1, los estudiantes decidieron transcribirlos para recordar lo que se espera de ellos al finalizar la práctica. La transcripción es una acción similar a la acción de escribir textualmente un pasaje de algún libro, texto, revista, etc.: el autor de la copia (los estudiantes) desea contextualizar la transcripción (los objetivos) en un ambiente que le sea familiar (la Práctica 1) para interpretarla nuevamente. Los objetivos no los inventan los estudiantes, los reinterpretan en el contexto específico de la Práctica 1. La hoja transcrita sirve como recado al que los estudiantes recurren para dar significado a los datos numéricos por ellos escritos (Figura 1, derecha).

Respecto de las anotaciones numéricas, nótese que la primera fila de la tabla de la hoja en la Figura 1 (derecha) contiene un número con una unidad de tiempo (1s), tres números acompañados de letras (1h<sub>2</sub>, 2h<sub>2</sub> y 3h<sub>2</sub>) y la expresión  $t = 1/m$ . No es este el espacio para analizar los motivos de estas expresiones. Concentraremos el análisis en el hecho de que las subsecuentes filas de números no tienen ni unidades de tiempo ni son acompañadas de letras. Esto se debe a que los estudiantes comprenden que en el contexto en el que realizan sus mediciones no es necesario insistir que los números de la lista corresponden a un tiempo de medida. Las columnas son enunciados primarios, pues comunican algo (el tiempo) que es fácil de entender si se conoce el contexto en el que fue emitido (el experimento de la Práctica 1). Las anotaciones son similares a palabras como “aquí” o “allá”, en el sentido de que éstas son comprendidas en su totalidad si se conoce el punto de referencia del que se está hablando. En otras palabras, las anotaciones numéricas son enunciados primarios porque comunican lo observado por los estudiantes en el contexto inmediato en el que realizaron sus mediciones.

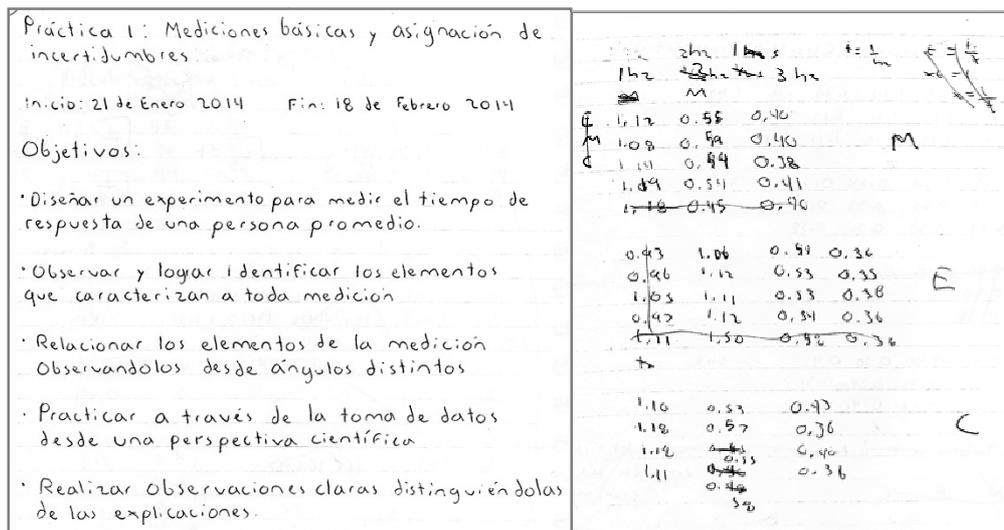


FIGURA 1. (Izquierda) Transcripción de los objetivos de la Práctica 1. (Derecha) Datos numéricos tomados por el equipo de estudiantes.



quiera, explicaciones 2 y 5 de los estudiantes). El hecho de haber escrito la expresión del tiempo les permite a los estudiantes dar significado a los datos numéricos por ellos escritos. De esta manera, la BAE-2 no es solo un repositorio de números, como lo fue la BAE-1, sino un espacio en el que es posible relacionar esos datos con una expresión matemática ( $\Delta d = \Delta t v$ ). Aun cuando la BAE-2 sigue siendo un enunciado primario, en el sentido de Bajtín (1998), la información que en ella se encuentra es más específica que la de la BAE-1. La BAE-2 puede ahora usarse para establecer un *diálogo* entre los propios estudiantes del equipo, en el momento de elaborar el RL-2. Es decir, los estudiantes usaron a la BAE-2 como un puente entre lo que ellos realizaron en la práctica y el reporte final de laboratorio. De hecho, desde un punto de vista semiótico, las explicaciones de la BAE-2 son mediadores con los que los estudiantes pueden recordar las características en las que fue desarrollado el experimento (Vygotsky, 1978). Esta interpretación puede ser observada en la forma como los estudiantes entregaron el Reporte de Laboratorio de la Práctica 2 (RL-2).

## B.2. Elaboración del RL-2

Respecto de la cantidad de información escrita, el RL-2 tuvo más que la del RL-1. Mientras que en este los estudiantes no especificaron mediante qué ecuaciones ellos pudieron obtener los datos relacionados con el cálculo del tiempo de reacción de una persona al sujetar una regla que cae, en el RL-2 los estudiantes decidieron escribir detalladamente las características de las ecuaciones involucradas en el experimento de la Práctica 2 (ver Figura 4). Incluso, al resaltar en rojo sus ecuaciones, los estudiantes deseaban centrar la atención del profesor en el momento en que este leyera las conclusiones. Nótese que los colores resaltan los datos importantes. Por ejemplo, en la conclusión adicional se resalta el recorrido de 0.058 m cada 0.28 s, que concuerda razonablemente bien con la magnitud de la velocidad reportada y que antes no se había explicitado. Las conclusiones arriba escritas contrastan con aquellas referidas en la primera práctica donde la justificación era inexistente e, inclusive, algunas conclusiones no guardaban relación con lo observado.

*Conclusiones.*

- El objetivo fue cumplido pues a través de la ecuación  $v = d/t$  se encontró que la relación entre distancia  $x$ , y tiempo  $y$ , está dada por  $x = vt$  tal como es observado en la sección de análisis de resultados por medio del cálculo del índice de correlación.

Se obtuvo por el método de los mínimos cuadrados su ecuación experimental explícita:  
 $x = (0.2057 \pm 0.0004)t + (0.005 \pm 0.001)$   
 Donde  $x$  está dada en metros y  $t$  en segundos.

-El segundo objetivo fue cumplido pues, con ayuda del método de los mínimos cuadrados y la ecuación de la relación entre distancia y tiempo, se determinó el valor experimental explícito de la velocidad:

$v = 0.2057 \pm 0.0004 \text{ m/s}$

Siendo este un valor lógico al ser comparado con las mediciones obtenidas de la velocidad con el programa Logger Pro 3.

FIGURA 4. Copia de pantalla de lo escrito por el equipo en la sección *Conclusiones* del RL-2.

Así pues, las conclusiones en el RL-2 no son únicamente informaciones sobre el cumplimiento de los objetivos (como en el caso de las conclusiones del RL-1), sino una comunicación en la que se incluyen las razones por la cuales esos objetivos fueron cumplidos. Las ecuaciones en colores, en conjunción con las justificaciones, conforman un enunciado más complejo que el observado en el RL-1. Un ejemplo de este enunciado es el segundo párrafo de la Figura 4. El lenguaje es sencillo y directo. Además, es en sí mismo una justificación de lo dicho en el párrafo anterior. Esta relación entre ideas no se ve con claridad, por el contrario, en las conclusiones de la Práctica 1 (ver Figura 2).

En este segundo reporte, no solo existe una intención de comunicar de mejor manera las conclusiones del reporte, sino de cumplir con uno de los requisitos de la RERL: escribir alguna conclusión adicional; una observación que se desprenda del experimento llevado a cabo, que esté justificada con los resultados y el análisis de resultados, y que no se haya contemplado ya en los objetivos. En el último párrafo de las conclusiones del RL-2, el equipo escribió:

*En el MRU, un móvil recorre la misma distancia para cada intervalo de tiempo igual como consecuencia de mantener una velocidad constante. Esto puede ser observado a través de la tabla de*

*resultados y la tabla del cálculo del tiempo para cada medida; En nuestro experimento el móvil recorre aproximadamente 0.058m cada 0.28s*

Con este párrafo, los estudiantes no solo comunican el significado de MRU, sino que especifican dónde puede ser observado en el reporte de laboratorio. Esta redacción le da al lector (profesor) la posibilidad de establecer un diálogo estrecho con el texto (el RL-2) y el autor del diálogo (el equipo de estudiantes). Un diálogo que no es posible establecer con el reporte de la Práctica 1 (ver figura 2).

## V. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

En el presente estudio se describió cómo un equipo de tres estudiantes mejoró su comunicación escrita al informar dos prácticas de laboratorio, reelaboradas de acuerdo con los lineamientos establecidos por el sistema ISLE. El estudio se hizo con base en el supuesto de que, por un lado, el RL es un enunciado complejo y, por otro, la BAE es un enunciado primario (un referente del proceso de construcción de este enunciado complejo), cercano a la oralidad (Bajtún, 1998).

El análisis de los reportes de laboratorio (RL-1 y RL-2), así como de las bitácoras (BAE-1 y BAE-2) indica un avance (en relación con lo que se pide en la RERL) en la manera en que los estudiantes explican y detallan por escrito lo sucedido en los experimentos. Mientras que en la Práctica 1 el lenguaje es confuso y rebuscado; en la Práctica 2 el lenguaje es entendible. Aun cuando en la Práctica 1 se satisficieron los objetivos, los estudiantes no fueron capaces de comunicar claramente el resultado de su aprendizaje, lo cual se manifestó en la poca concordancia entre el RL-1 y la RERL. Por el contrario, en la Práctica 2, la manera de escribir el RL-2 tuvo mayor relación con lo que la RERL exigía. Puede decirse que, en comparación con el RL-1, hubo una evolución significativa en el desarrollo de las habilidades y competencias científicas de comunicación. Es pertinente resaltar que la coherencia interna observada a lo largo del reporte de laboratorio indicaría la conciencia de una dirección de pensamiento, un proceso de razonamiento dirigido con un propósito bien definido, tal como se vería al adquirir competencias de comunicación desde una perspectiva científica. Así, en términos de lenguaje, la construcción de un discurso complejo implicaría un tiempo amplio de reflexión y elaboración, al igual que una dirección bien determinada atendiendo al estándar propuesto en la RERL. En la Práctica 2 hay una voluntad de estilo visible y una comprensión mayor que la observada en la Práctica 1.

Ahora bien, no debe soslayarse el papel de la RERL. La comunicación escrita de los reportes de laboratorio, y en específico del RL-2, tuvo como punto de referencia las exigencias de la RERL. En este sentido, la mejoría observada en la forma de redactar el RL-2 no solo puede deberse al hecho de haber elaborado las prácticas según el sistema ISLE, sino al de que los estudiantes conocían, por medio de una rúbrica, qué era lo que se esperaba de sus escritos. La utilización de las distintas rúbricas pudo haber proporcionado al equipo de estudiantes una relativa independencia respecto de la necesidad de ser asesorados por el profesor. De hecho, el diseño de la Práctica 2 tuvo la intención de hacer que los estudiantes necesitaran, cada vez con menos frecuencia, la ayuda del profesor. De esta manera, los estudiantes debían leer la RERL y, con base en la interpretación que hicieran de ella, elaborar el RL-2. Es precisamente esta manera de interpretar la RERL la que pudo haber contribuido a mejorar el escrito del RL-2. Aun cuando las asesorías del profesor durante la Práctica 2 jugaron un papel importante en el desempeño del equipo, los estudiantes, al tener la necesidad de cumplir con las indicaciones de la RERL, debieron esforzarse más en comunicar por escrito sus hallazgos, prescindiendo en mayor medida de tales asesorías.

Investigaciones futuras pueden dar cuenta del papel mediador (en el sentido de Vygotsky, 1978) que tienen las rúbricas de evaluación en el desempeño de los estudiantes, principalmente en su manera de comunicar por escrito sus observaciones. Por el contrario, las prácticas tradicionales, al no contar con rúbricas con las cuales se especifica lo que será evaluado, favorecen poco el desarrollo de competencias, en particular las de comunicación oral y escrita. El diseño de este tipo de prácticas es similar al diseño de formatos en los que deben “rellenarse casillas”, completando actividades ajenas a los intereses y necesidad de los estudiantes. Se trata, en su mayoría, de prácticas irreflexivas en las se repiten enunciados y conceptos. Puede decirse que obligan al estudiante a usar un lenguaje carente de significado para ellos.

Una discusión de los resultados de este estudio puede dirigirse hacia la función didáctica del laboratorio de un curso de física introductoria. Éste, en lugar de ser un “añadido” de las clases teóricas, puede promover actitudes científicas como el de la comunicación escrita. La elaboración de un reporte de laboratorio no debe ser únicamente un requisito para aprobar la asignatura, sino una estrategia didáctica que tenga la intención de mejorar la manera de organizar la comunicación escrita de los estudiantes. La falta de claridad en la dirección que debe tomar el laboratorio de física puede entorpecer su adecuado funcionamiento, pues impediría que el proceso enseñanza-aprendizaje de la física sea el óptimo. Creemos que replantear la importancia del rol didáctico del laboratorio de física servirá de guía al desarrollo del propio

curso teórico e, incluso, de catalizador en la generación de problemas planteados en clase y en el uso del material didáctico de apoyo. Desde el punto de vista teórico, un trabajo futuro puede enfocarse a investigar detalladamente cómo el sistema ISLE puede provocar un cambio conceptual en los estudiantes respecto de la forma de comprender los contenidos abordados en las prácticas de laboratorio. Aun cuando consideramos las aportaciones de algunos investigadores que ponen en duda la pertinencia de explicar el aprendizaje de conceptos científicos en términos de un cambio conceptual (ver, por ejemplo, Mortimer, 2000; Moreira y Greca, 2003; Pozo, 2007) creemos que una línea de investigación puede enfocarse a conocer cómo dentro del sistema ISLE puede reinterpretarse el cambio conceptual. Esta nueva interpretación podría estar justificada por la propia característica experimental de las prácticas de laboratorio. Ahora bien, en el contexto de la propuesta experimental del ISLE, pueden identificarse tres líneas principales (necesariamente interrelacionadas entre sí) de trabajo futuro a fin de obtener resultados más sólidos que orienten la actividad dentro del laboratorio de física introductoria: 1) optimizar la utilización de las Rúbricas ISLE y de la RERL; 2) diseñar prácticas que cubran un curso completo de laboratorio en su totalidad siguiendo el sistema ISLE y 3) averiguar el mejor momento para llevar a cabo cada práctica atendiendo a las necesidades de los estudiantes.

## REFERENCIAS

- Álvarez, J. L. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México: Paidós.
- Arriaga, M. (2003). Aplicaciones e implicaciones de las ideas de M. Bajtín en el análisis de textos escritos por mujeres. *PhilologíaHispanalensis*, 17(2), 141-145.
- Bajtín, M. N. (1981). *The dialogic imagination*. Texas, USA: University of Texas Press.
- Bajtín, M. M. (1998). *Estética de la creación verbal*. México: Siglo XXI Editores.
- Barolli, E., Laburú, C. E. y Guridi, V. M. (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de Investigación, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 88-110. Recuperado de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART6\\_VOL9\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART6_VOL9_N1.pdf)
- Barwell, R. (2012). Heteroglossia in multilingual mathematics classrooms. In Gabriele Kaiser and BharathSriraman (Series Eds.), *Advances in Mathematics Education: Vol 3. Toward Equity in Mathematics Education, Gender, Culture and Diversity* (315-332). Berlin, Germany: Springer. doi. 10.1007/978-3-642-27702-3\_28
- Brookes, D. T. y Lin, Y. (2011). Designing a physics learning environment: A holistic approach. En N. S. Rebello, P. V. Engelhardt, y C. Singh (Eds.), *Proceedings of the 2011 Physics Education Research Conference, 1413*, 131-134. Melville, NY. DOI: doi: 10.1063/1.3680011
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2007). *Research methods in education*. New York: Routledge.
- Crispín-Bernardo, M. L., Gómez-Fernández, T., y Ramírez-Robledo, J. C. (2012). Guía del docente para el Desarrollo de Competencias, *Universidad Iberoamericana Cd. de México*, 114. Recuperado de [http://www.ibero.mx/formaciondeprofesores/Apoyos%20generales/Guia\\_docente\\_desarrollo\\_competencias.pdf](http://www.ibero.mx/formaciondeprofesores/Apoyos%20generales/Guia_docente_desarrollo_competencias.pdf)
- Kukliansky, I. y Eshach, H. (2014). Evaluating a contextual-based course on data analysis for the Physics Laboratory. *Journal of Science Education and Technology*, 23(1), 108-115.
- Etkina, E., Karelina, A., Ruibal-Villasenor, M., Rosengrant, D., Jordan, R. y Hmelo-Silver, C. E. (2010). Design and reflection help students develop scientific Abilities: Learning in introductory physics laboratories. *Journal of the Learning Science*, 19(1), 54-98.
- Etkina, E., Van Heuvelen, A., White-Brahmia, S., Brookes, D. T., Gentile, M., Murthy, S., ... y Warren, A. (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review special topics-physics education research*, 2(2), 020103.
- Etkina, E. y Van Heuvelen, A. (2007). Investigative Science Learning Environment—A Science Process

approach to Learning Physics. En E. F. Redish y P. J. Cooney (Ed. de la serie), *Research-Based Reform of University Physic. Vol. 1. Reviews in PER*. Recuperado de [www.per-central.org/document/ServeFile.cfm?ID=4988](http://www.per-central.org/document/ServeFile.cfm?ID=4988)

Kazak, S., Wegerif, R. y Fujita, T. (2015). The importance of dialogic processes to conceptual development in mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 90, 105-120. doi. 10.1007/s10649-015-9618-y

Kubli, F. (2005). Science teaching as a dialogue –Bakhtin, Vygotsky and some applications in the classroom. *Science y Education*, 14, 501-534. doi. 10.1007/s11191-004-8046-7

Moreira, M. A. y Greca, I (2003). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de las teorías del aprendizaje significativo. *Revista Ciencia e Educação*, 9(2), 301-315.

Mortimer, F. (2000). *Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las ciencias*. Madrid: A. Machado Libros.

Nemirovsky, R. (1994). On ways of symbolizing: The case of Laura and the velocity sign. *Journal of Mathematical Behavior*, 13, 389-422. doi. 10.1016/0732-3123(94)90002-7

Piaget, J. (1979). *Introducción a la epistemología genética: 2. El pensamiento físico*. Buenos Aires: Paidós.

Pozo, I. (2007). Ni cambio ni conceptual: la reconstrucción del conocimiento científico como un cambio-representacional. En J. I. Pozo y F. Flores (Eds.), *Cambio conceptual y representacional en la enseñanza de la ciencia* (73-90). España: A. Machado libros.

Radford, L., Miranda, I. y Guzmán, J. (2008). Relative motion, graphs and the heteroglossic transformation of meanings: a semiotic analysis. In O. Figueras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano, y A. Sepúlveda (Eds.), *Proceedings of the Joint 32nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education and the 30th North American Chapter*, vol. 4, 161-168.

Sebastia, J. M. (1987) ¿Qué se pretende en los laboratorios de Física Universitaria?, *Enseñanza de las Ciencias*, 5(3), 196-204. Recuperado de <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/50999/92921>

Trumper, R. (2003). The physics laboratory: A historical overview and future perspectives, *Science y Education*, 12, 645–670.

Trumper, R. (2002). What do we expect from students' physics laboratory experiments?, *Journal of Science Education and Technology*, 11(3), 221-228.

Tsai, C-C. (1999). “Laboratory exercises help me memorize the scientific truths”: A study of eight graders' scientific epistemological views and learning in laboratory activities. *Science Education*, 83, 654-674.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in culture. The development of higher psychological processes*. Massachusetts, USA: Harvard University Press.

Wang, W. y Coll, R. K. (2005). An investigation of tertiary-level learning in some practical physics courses. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3, 639-669.

Zack, V. y Graves, B. (2001). Making mathematical meaning through dialogue: “once you think of it, the z minus three seems pretty weird”. *Educational Studies in Mathematics*, 46, 229-271.

Zwickl, B. M., Finkelstein, N. y Lewandowski, J. (2014). Incorporating learning goals about modeling into an upper-division physics laboratory experiment. *American Journal of Physics*, 82, 876-896.

## ANEXO I

## Extracto comparativo para las guías de las prácticas tradicionales y rediseñadas

| Práctica 1: Mediciones básicas y asignación de incertidumbres  |   |
|--|---|
| Guía tradicional   | Guía rediseñada   |
| <p><b>Objetivo tipo:</b><br/>+ Asignar incertidumbre a los siguientes aparatos de medición: vernier, palmer, báscula, cronómetro digital, flexómetro, probeta graduada y termómetro de mercurio; reportando correctamente sus valores.<br/>+ Reportar correctamente una medición utilizando el formato estándar correspondiente.</p>   | <p><b>Objetivo tipo:</b><br/>+ Diseñar un experimento para estimar el tiempo de respuesta de una persona promedio.<br/>+ Observar e identificar los elementos característicos a toda medición.</p>  |
| <p><b>Contexto tipo:</b><br/>Medir es un proceso mediante el cual se busca asignar un número a una cantidad física determinada. Debido a que no se puede conocer el “valor real” o “verdadero” de una cantidad física determinada, solamente se le puede estimar dentro de un intervalo debido a que en todo proceso de medición se cometen errores.</p>   | <p><b>Contexto tipo:</b><br/>La principal labor de un ingeniero es la de tomar decisiones confiables basadas en información veraz; tal información se obtiene midiendo.<br/>Las siguientes actividades tienen por objeto que se familiarice con el proceso de medir y observe características y tendencias o patrones asociados a cualquier medición a fin de que, posteriormente, establezca un procedimiento general de medición.</p>   |
| <p><b>Instrucciones tipo:</b><br/>Toma el cilindro de aluminio y mide las siguientes cantidades:</p> <p style="text-align: center;"><i>Mediciones Directas</i></p> <p>II.1.a) Con el Palmer, mide el diámetro, <math>D_c</math>.<br/>II.1.b) Con el Vernier, mide la altura, <math>h_c</math>.<br/>II.1.c) Con la Báscula, mide la masa, <math>m_c</math>.<br/>II.1.d) Con el papel milimétrico, mide el área lateral, <math>A_L</math>.</p> | <p><b>Instrucciones tipo:</b><br/>Estas son algunas sugerencias para llevar a cabo su experimento y para realizar el informe de la actividad. Como siempre, utilice las diferentes rúbricas a fin de que su trabajo se complete de manera correcta. Utilice solamente el material descrito:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Diseñe un experimento para medir su tiempo de respuesta. Explíquelo en detalle apoyándose con un esquema de la situación. [Rúbricas: A7 y A9; B1 y B2]</li> <li>Decida aquello que deba ser medido e identifique las variables dependiente e independiente, si es el caso. [Rúbricas: A9; B3]</li> </ol> |

| Práctica 2: Movimiento Rectilíneo Uniforme  |   |
|---|---|
| Guía tradicional  | Guía rediseñada   |
| <p><b>Objetivo tipo:</b><br/>+ Encontrar la relación que existe entre la distancia <math>x</math>, y el tiempo <math>t</math>, para un móvil que experimenta un movimiento rectilíneo uniforme, escribiendo su ecuación experimental explícita.</p>   | <p><b>Objetivo tipo:</b><br/>+ Encontrar la relación que existe entre la distancia <math>x</math>, y el tiempo <math>t</math>, para un móvil que experimenta un movimiento rectilíneo uniforme, escribiendo su ecuación experimental explícita.</p>   |
| <p><b>Contexto tipo:</b><br/>Se dice que una partícula experimenta un movimiento rectilíneo uniforme (MRU), cuando se mueve en línea recta con velocidad constante y aceleración cero. Este movimiento requiere entonces que: a) la partícula tenga una aceleración constante igual a cero en una sola dirección; b) la sumatoria de las fuerzas externas actuando en esa partícula es cero. Asumiendo que la partícula sólo se mueve en la dirección «x», las condiciones a) y b) se puede expresar matemáticamente como:<br/><i>Posición</i> como función del tiempo: <math>x = x_0 + v_0 t</math><br/><i>Velocidad</i> como función del tiempo: <math>v = v_0</math><br/><i>Aceleración</i> como función del tiempo: <math>a = 0</math><br/><i>Sumatoria de fuerzas</i>: <math>\Sigma F_x = 0</math></p> | <p><b>Contexto tipo:</b><br/>Si bien esta es una guía que puede utilizar, siéntase libre para proponer materiales y experimentos a condición de que se cumplan los objetivos.</p> <p>Realice una investigación previa al trabajo en el laboratorio a fin de diseñar y llevar a cabo el experimento que cumpla los objetivos propuestos.</p> |
| <p><b>Instrucciones tipo:</b><br/>I.1. Predice cómo será la gráfica de la posición–</p>   | <p><b>Instrucciones tipo:</b><br/>1. De acuerdo con la Cinemática y la Dinámica,</p>  |

|  |   |
|--|---|
| <p>tiempo para un MRU. Dibújala en tu bitácora, recuerda que el tiempo, <math>t</math>, es tu variable <b>independiente</b> y la posición, <math>x</math>, es la variable <b>dependiente</b>. Sugerencia: lee con cuidado la introducción.</p> <p><b>I.2.</b> Arma un dispositivo como el mostrado en I.2.3. Para hacer esto, comienza por las siguientes instrucciones:</p> <p><b>I.2.1.-</b> Conecta el sensor de ultrasonido a la interfase.<br/>...</p> <p><b>I.2.3.-</b> Realiza el experimento:</p> <p>I.2.3.1) Coloca el carrito aproximadamente a 50.0 cm del sensor.</p> <p>I.2.3.2) Haz clic en Collect y da un pequeño impulso al carrito. Deberás probar algunas veces a fin de obtener una gráfica adecuada, similar a la mostrada.</p> | <p>¿cómo y de qué manera se caracteriza un movimiento rectilíneo uniforme? [Rubricas. <b>B: 1, 9. Ver Anexo III</b>]</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. ¿Cuál es la ecuación teórica que relaciona la posición con el tiempo?</li> <li>3. ¿Qué tipo de modelo presenta esta ecuación de la posición en función del tiempo?</li> <li>4. ¿Qué sería conveniente medir para obtener la ecuación experimental de la posición como función del tiempo? Defina las variables dependiente e independiente. [Rubricas. <b>A: 1, 2, 3, 4. B: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Ver Anexo III</b>]</li> </ol> |
|--|---|

## ANEXO II FORMATO DE REPORTE (FR)

Resulta de primera importancia que la comunicación del trabajo en el laboratorio sea eficaz, pensando en esto, el reporte deberá estar escrito con claridad, precisión, y sin considerar tópicos innecesarios para dicha comunicación. En pocas palabras, deberá contener un mensaje claro y coherente comunicando lo que sucedió en el experimento.

### ORGANIZACIÓN DEL CONTENIDO

#### I. CARÁTULA

Se asentará aquí el nombre y número de la práctica; número de equipo; el nombre del profesor; los nombres completos de los integrantes del equipo en orden alfabético empezando por el apellido paterno; el grupo y la fecha de entrega.

#### II. OBJETIVOS

Se describe aquí, con precisión, qué se investigó en la práctica llevada a cabo.

#### III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Se describe aquí sólo aquella parte de la teoría necesaria para la consecución de los objetivos, especificando las hipótesis de trabajo y el o los modelos aplicables al problema descrito. En pocas palabras, se responderá *teóricamente* a las preguntas hechas en los objetivos.

#### IV. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Se divide en dos secciones:

- 1) Material: se enlista aquí todo el material (anotando claramente la marca de los aparatos de medición y su incertidumbre), necesario para conseguir los objetivos propuestos.
- 2) Método: es una lista de instrucciones sobre la manera en cómo va a utilizarse el material, para conseguir los objetivos propuestos. Es decir, *¿cómo voy a medir las cantidades que necesito conocer y obtener así a los resultados?* Es conveniente incluir un esquema del dispositivo experimental utilizado a fin de apoyar la explicación para llevar a cabo las mediciones necesarias.

#### V. RESULTADOS

Se enlistan aquí los *resultados de las mediciones* efectuadas, así como las *observaciones* que se considere conveniente anotar. Es decir, se proporciona una *tabla de resultados* o una *lista de observaciones*, o ambas, sin incluir nada más. Es decir, se trata de mediciones y observaciones objetivas.

PRECAUCIÓN: cuidar que no se haga ningún cálculo o manipulación de los resultados en este apartado.

#### VI. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Aquí se **procesan** los resultados obtenidos. Es decir, se realizan gráficas, cálculo de errores correspondiente, obtención de modelos matemáticos, así como el cálculo de toda otra cantidad asociada a la consecución de los objetivos. *En pocas palabras, aquí se construye la justificación para las conclusiones.*

#### VII. CONCLUSIONES

Se discute si los objetivos se consiguieron o no, y por qué. Adicionalmente, puede discutirse cualquier observación valiosa efectuada en el transcurso del experimento y de la elaboración del reporte.

**IMPORTANTE:** Toda aseveración que se asiente en este apartado, deberá estar JUSTIFICADA con los resultados experimentales, así como en el análisis de los mismos; de otra forma **NO** se considerará como conclusión válida.

#### VIII. BIBLIOGRAFÍA

Se asientan aquí las fichas bibliográficas de todos los documentos consultados para la realización de la práctica. Para reportar libros se hará de la siguiente forma:

Nombre del (los) autor(es). *Título (en itálicas)*. País. Editorial. Año de publicación. Páginas consultadas.

**ANEXO III**  
**Extracto de Rúbricas de Apoyo**

| <i>Habilidad para representar información en múltiples formas. RÚBRICA A</i> |  |  |   |   |   |
|--|--|--|---|---|---|
|  | <b>Habilidad Científica</b>  | <b>Ausente</b>   | <b>Inadecuada</b>   | <b>Necesita mejorar</b>   | <b>Adecuada</b>   |
| 1  | Es capaz de extraer información correctamente de la representación propuesta                           | No hay intentos visibles por extraer información del problema. | La información extraída contiene información incorrecta, por ejemplo, unidades inconsistentes. También, cantidades importantes están ausentes y cantidades importantes carecen de identificación.   | Parte de la información se extrae correctamente, pero no toda. Las cantidades pertinentes se extraen etiquetándolas de forma adecuada, pero sin unidades. Los ejes de coordenadas no están o no se etiquetan correctamente. La notación es confusa. | Toda la información pertinente es extraída correctamente y se representa visualmente de manera adecuada (se enlistan las unidades, las etiquetas, los ejes, etcétera)                     |
| 3  | Es capaz de evaluar la consistencia de diferentes representaciones y de modificarlas en caso necesario | No se proponen nuevas representaciones para ser evaluadas.     | Al menos se propone una nueva representación, pero existen discrepancias entre esta y la representación original.   | Las representaciones construidas concuerdan unas con otras, pero existen ligeras discrepancias con la representación original. Se puede ver que las modificaciones se hicieron sobre una representación.  | Tanto la representación dada como las construidas concuerdan unas con otras.  |
| <i>Representaciones que los estudiantes pueden desarrollar</i>               |  |  |   |   |   |
| 5  | Diagramas de cuerpo libre (Fuerza)   | No se construye un diagrama.                                   | Se construye el diagrama, pero contiene errores importantes: faltan fuerzas o estas son ficticias pues no concuerdan con los objetos en interacción, las flechas tienen la dirección incorrecta, el tamaño relativo de las flechas es incorrecto, etcétera. | El diagrama no contiene errores en las flechas de las fuerzas omiten datos clave, por ejemplo, en la nomenclatura o no se dibujan en un punto específico.   | El diagrama contiene todas las fuerzas apropiadas, cada fuerza se etiqueta de tal manera que se puede entender claramente lo cada fuerza representa. Los tamaños relativos son correctos. |

| <i>Habilidad para diseñar y conducir un experimento basado en la observación. RÚBRICA B</i> |  |   |   |   |  |
|---|--|---|---|---|--|
|   | <b>Habilidad Científica</b>  | <b>Ausente</b>  | <b>Inadecuada</b>   | <b>Necesita mejorar</b>   | <b>Adecuada</b>  |
| 1   | Es capaz de identificar el fenómeno a ser investigado.   | El fenómeno a investigar está ausente.  | El fenómeno a investigar se describe de manera poco clara o confusa.  | El fenómeno a investigar se describe, pero tiene detalles vagos u omisiones menores.  | El fenómeno a investigar se describe de manera clara y concisa.  |
| 3   | Es capaz de decidir qué se debe medir e identifica las variables dependiente e independiente, si es el caso. | Los mensurandos elegidos no llevarán a datos que puedan utilizarse para alcanzar las metas del experimento. | Los mensurandos elegidos producirán datos que pueden utilizarse para alcanzar las metas experimentales, pero sólo de manera parcial en el mejor de los casos. | Los mensurandos elegidos producirán datos que pueden utilizarse para alcanzar las metas experimentales. Sin embargo, las variables dependiente e independiente no se distinguen claramente. | Los mensurandos elegidos producirán datos que pueden utilizarse para alcanzar las metas experimentales. Las variables dependiente e independiente se distinguen. Claramente. |
|   | Es capaz de describir las observaciones sin tratar de explicarlas, tanto de manera verbal                    | La descripción está ausente   | La descripción es incompleta. No hay un esquema. O, la mayoría de las   | La descripción es confusa pues se mezcla con explicaciones o con otros  | La descripción se presenta clara y concisa, tanto verbal como esquemática-   |

|   |   |  |  |   |   |
|---|---|--|--|---|---|
| 5 | como esquemática utilizando un dibujo del dispositivo experimental. |  | observaciones se contextualizan fuera del esquema. | elementos del experimento. El esquema detallado y etiquetado está presente. O, algunas observaciones se contextualizan fuera del esquema. | mente por medio de un dibujo bien detallado y etiquetado. |
|---|---|--|--|---|---|

ANEXO IV

| <b>RÚBRICA PARA EVALUAR REPORTES DE LABORATORIO(RERL)</b>   |  |  |   |  |
|---|--|--|---|--|
| <i>Resulta de primera importancia que la comunicación del trabajo en el laboratorio sea eficaz, pensando en esto, el reporte deberá estar escrito con claridad, precisión, y sin considerar tópicos innecesarios para dicha comunicación. En pocas palabras, deberá contener un mensaje claro y coherente comunicando lo que <u>sucedió</u> en el experimento. (Fís. Abraham Vilchis Uribe)</i> |  |  |   |  |
| <b>Categoría</b>  | <b>Muy Bien (10 puntos)</b>  | <b>Bien (8 puntos)</b>   | <b>Suficiente (6 puntos)</b>  | <b>Insuficiente (2 puntos)</b>   |
| <b>Carátula (2 %)</b>   | Contiene: nombre y número de la práctica; número de equipo; nombre del profesor; nombres completos de los integrantes en orden alfabético empezando por el apellido paterno; grupo; fecha de entrega. (Siete elementos)  | Faltan 2 o menos, de los siete elementos pedidos   | Faltan 3 o más, de los siete elementos pedidos  | Faltan 5 o más, de los siete elementos pedidos   |
| <b>Objetivos (6 %)</b>  | Los objetivos conseguidos en la práctica se expresan de manera clara y concisa.  | Los objetivos conseguidos en la práctica se expresan de manera poco clara, pero se entienden.  | Los objetivos conseguidos en la práctica se expresan de manera oscura, se entienden vagamente.  | Los objetivos de la práctica están incompletos y muy poco claros.  |
| <b>Definición del problema (10 %)</b>   | Se responde teóricamente a las preguntas hechas en los objetivos de manera clara, precisa y sin contemplar tópicos innecesarios.   | Se responde teóricamente a las preguntas hechas en los objetivos de manera poco clara. Se contemplan tópicos innecesarios.   | Se responde teóricamente a las preguntas hechas en los objetivos de manera oscura, se entiende vagamente.   | Las respuestas teóricas a las preguntas hechas en los objetivos son confusas e incompletas.  |
| <b>Proc. Exp. Material (5 %)</b>  | Se enlista todo el material necesario, anotando la marca de los aparatos utilizados y su incertidumbre.  | Se enlista todo el material necesario, pero falta la marca de los aparatos utilizados o su incertidumbre.  | Se enlista el material necesario, de manera incompleta, la marca de los aparatos utilizados o su incertidumbre están ausentes.  | La lista del material necesario está incompleta, la marca de los aparatos utilizados y su incertidumbre están ausentes   |
| <b>Proc. Exp. Método (7 %)</b>  | La lista de instrucciones para reproducir el experimento es clara, concisa y está completa. Se incluye un diagrama del dispositivo experimental que poya las instrucciones. Es claro cómo llegar a los resultados experimentales.  | La lista de instrucciones para reproducir el experimento está completa, pero poco clara. Se incluye un diagrama del dispositivo experimental, pero apoya poco las instrucciones. Resulta poco claro cómo llegar a los resultados experimentales. | La lista de instrucciones para reproducir el experimento es oscura. El diagrama del dispositivo experimental obstaculiza las instrucciones. Resulta oscuro cómo llegar a los resultados experimentales. | La lista de instrucciones para reproducir el experimento o el diagrama del dispositivo experimental están ausentes.  |
| <b>Resultados (22.5 %)</b>  | Los resultados y observaciones experimentales están completos y correctos, se utilizan los formatos estándar correspondientes. Sólo se asientan dichos resultados y observaciones sin incluir ningún tipo de manipulación o procesamiento de tales resultados y observaciones. | Los resultados y observaciones experimentales están completos y correctos, se utilizan los formatos estándar correspondientes. Hay algún tipo de manipulación o procesamiento de tales resultados y observaciones.                               | Los resultados y observaciones experimentales están incompletos o incorrectos sin utilizar los formatos estándar correspondientes. Se manipulan o procesan dichos resultados y observaciones.           | Los resultados y observaciones experimentales en su mayoría están ausentes o incorrectos y sin utilizar los formatos estándar correspondientes. Se manipulan o procesan incorrectamente dichos resultados y observaciones. |

|                                      |   |   |  |   |
|--------------------------------------|---|---|--|---|
| <b>Análisis de resultados (25 %)</b> | Se procesan y manipulan correctamente los resultados y observaciones experimentales utilizando los formatos estándar correspondientes. Se realizan correctamente los cálculos de errores, las gráficas necesarias y se llegan al modelo o modelos esperados, si es el caso. | Se procesan y manipulan los resultados y observaciones experimentales utilizando los formatos estándar correspondientes, pero con algunos fallos. Se realizan los cálculos de incertidumbre, las gráficas necesarias y se llegan al modelo o modelos esperados si es el caso, pero con algunos fallos apreciables, algunos (pocos) son importantes. | Se procesan o manipulan los resultados y observaciones experimentales utilizando los formatos estándar correspondientes. Se realizan los cálculos de incertidumbre, las gráficas necesarias y se llegan al modelo o modelos esperados, si es el caso. Sin embargo, en todo el proceso hay fallos apreciables, algunos graves o muy graves. | Se procesan o manipulan incorrectamente los resultados y observaciones experimentales sin utilizar los formatos estándar correspondientes. Se realizan incorrectamente los cálculos de incertidumbre, las gráficas necesarias y los modelos esperados tienen fallas muy graves. |
| <b>Conclusiones (22.5 %)</b>         | Se justifica, en base a los resultados experimentales y en el análisis de los mismos, por qué se consiguieron los objetivos planteados al inicio del reporte o, en su caso, por qué no fue así. Se da y justifica, al menos una conclusión adicional.                       | Se justifica, en base a los resultados experimentales y en el análisis de los mismos, por qué se consiguieron los objetivos planteados al inicio del reporte o, en su caso, por qué no fue así, pero de manera poco clara. Se da, con una justificación pobre u oscura, al menos una conclusión adicional.  | Se dice qué objetivos se consiguieron, pero la justificación es poco clara o está ausente. Se da una conclusión adicional sin justificar o la conclusión adicional está ausente.   | La justificación de los objetivos planteados está ausente, así como la conclusión adicional.  |