

Nivel cognitivo y las habilidades de análisis de demostraciones de electrostática de estudiantes universitarios



Renato Xochitiotzi Hernández¹, Adrián Corona Cruz², Josip Slisko Ignjatov²

¹Departamento de Actuaría, Física y Matemáticas, Fundación Universidad de las Américas Puebla, Ex hacienda Santa Catarina Mártir, San Andrés Cholula, Puebla, C.P. 72810.

²FCFM, BUAP, Apartado Postal 1152, 72001 Puebla, México.

E-mail: renato.xochitiotzi@udlap.mx

(Recibido el 28 de Abril de 2012, aceptado el 27 de Junio de 2012)

Resumen

Los procedimientos científicos son, en lo general, actividades complejas consistentes de procesos, como son la observación, la argumentación, la inferencia y el descubrimiento. Esas habilidades son fundamentalmente realizadas por aquellos que se caracterizan por tener un nivel de pensamiento formal. El propósito de la presente investigación fue identificar la correlación entre el nivel cognitivo de los estudiantes universitarios y sus habilidades para interpretar científicamente los fenómenos electrostáticos. También, se analizaron el uso de sus preconcepciones y su capacidad para reconocer los objetivos de las demostraciones presentadas por medio de videos. Los resultados muestran una fuerte correlación entre las habilidades citadas, la aplicación de las preconcepciones y su capacidad para reconocer el propósito de las demostraciones.

Palabras clave: Investigación en educación, participación interactiva, desarrollo cognitivo, pensamiento operacional formal, razonamiento científico.

Abstract

Scientific procedures, in general, are complex activities consisting of processes, such as observation, reasoning, inference and discovery. These skills are primarily performed by those who are characterized by a level of formal thought. The purpose of this study was to identify the correlation between the cognitive level of college students and their abilities to interpret electrostatic phenomena scientifically. Also, we analyzed the use of their preconceptions and their ability to recognize the objectives of the demonstrations presented through videos. The results show a strong correlation between the above-mentioned skills, the application of the preconceptions and their ability to recognize the purpose of demonstrations.

Keywords: Education research, interactive engagement, Cognitive development, formal operational thinking, scientific reasoning.

PACS: 01.40.gf, 01.40.Fk, 01.50.F

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Algunos estudiantes acuden a sus cursos de ciencias con un nivel cognitivo que, por no verse consolidado, no es compatible con las estrategias de enseñanza usada por los docentes y con las estructuras abstractas de las teorías científicas. En los procesos de aprendizaje, hay una población importante de estudiantes que tienen dificultad con las acciones que implican el razonamiento abstracto, que, en general, es necesario para las interpretaciones científicas de los hechos. A los estudiantes con una cognición menor desarrollada (concreta o en transición) a los que se les requiere formular explicaciones sobre eventos específicos, les es difícil hacerlo de forma coherente. Las

preconcepciones erróneas de los alumnos a menudo los lleva a tener puntos de vista que son diferentes de las de los científicos, y, en consecuencia, hay un desacuerdo con las explicaciones formuladas en las ciencias [1, 2, 3].

Se sabe que el nivel cognitivo del estudiante del nivel universitario no corresponde a su edad fisiológica. Esto hace que la eficiencia de cualquier estrategia didáctica sea baja. De hecho, como lo demuestran Coletta y Phillips (2009) [4] y Coletta, Phillips y Steinert (2007a) [5], el aprendizaje de la física, depende críticamente del nivel cognitivo del estudiante. Las mismas relaciones entre el aprendizaje y el nivel del razonamiento lógico se han encontrado, tanto en biología [6] como en química [7].

Los procesos que usan los científicos en sus investigaciones teórico-experimentales son actividades complejas consistentes de procesos, como la observación, la argumentación, la inferencia y el descubrimiento [8]. Las habilidades para ejercer esos procesos poseen quienes tienen un nivel de pensamiento formal. El propósito de la presente investigación es identificar la correlación entre el nivel cognitivo de los estudiantes universitarios (alumnos del departamento de Actuarial, Física y Matemáticas de la UDLA-Puebla) y sus habilidades para interpretar científicamente a los fenómenos electrostáticos. Es decir, se investiga si existe una relación entre el nivel cognitivo de los estudiantes y sus descripciones y explicaciones de fenómenos electrostáticos. Se quiso determinar:

- a) La capacidad (cognitiva) del estudiante para describir fenómenos electrostáticos.
- b) El uso de sus preconcepciones y su habilidad para explicar el comportamiento de fenómenos de la electrostática.
- c) ¿Los estudiantes con nivel cognitivo formal, son capaces de reconocer los objetivos de demostraciones relacionadas con los fenómenos electrostáticos?

II. OPERACIONES FORMALES

Piaget determinó, que durante el crecimiento de los niños, su inteligencia se desarrolla a través de varios estadios que crecen en complejidad hasta las llamadas operaciones formales (hipotético-deductivo) [9]. Este último nivel, que según Piaget la mayoría alcanza al llegar a la adolescencia, es de hecho un sistema de pensamiento sin el cual no sería posible la comprensión de las abstracciones que caracterizan el estudio de las ciencias.

Las operaciones formales se basan en representaciones proposicionales de los objetos más que en los objetos mismos. Las operaciones formales permiten no sólo buscar explicaciones de los hechos que vayan de la realidad aparente sino, además, someterlas a comprobaciones sistemáticas, la formulación y la comprobación de hipótesis. Están estrechamente vinculadas y diferencian al pensamiento formal de los pensamientos elementales, en los que las explicaciones de los hechos no pasan de conjeturas o suposiciones ya que no son sometidas a comprobación (experimentación, evaluación de casos o situaciones percibidas).

III. PRUEBA TOLT DE PENSAMIENTO FORMAL

Para determinar el nivel cognitivo del estudiante, se han desarrollado las pruebas como TOLT (Test Of Logical Thinking), originalmente propuesta por Tobin y Capie en 1981 [10]. La prueba fue ideada especialmente para ser aplicada a estudiantes de ciencias. Consta de 10 preguntas de las cuales ocho se plantean como preguntas de opción

múltiple con cinco opciones, en dos niveles: respuesta y explicación. Las dos restantes proporcionan una serie de casillas (más de las que se necesitan) para que el sujeto realice combinaciones de distintos elementos. Específicamente, las preguntas 1 y 2 determinan la habilidad de razonamiento proporcional; las 3 y 4, el control de variables, las 5 y 6 la probabilística, las 7 y 8 la habilidad correlacional y las 9 y 10 el razonamiento combinatorio.

IV. PRECONCEPCIONES RELACIONADAS CON LOS FENÓMENOS ELECTROSTÁTICOS

Las ideas previas (preconcepciones, conocimiento ingenuo o espontáneo), en lo general, se condescienden a partir de las informaciones, conocimientos y modelos de pensamiento que recibimos y transmitimos a través de la tradición, la educación y la comunicación social. Más aún, se sabe que aparecen antes de haberse tenido contacto con las acciones en las aulas [11]. Son ideas que, aún después de extensos períodos de instrucción escolar, llegan a permanecer.

Ejemplos de conceptos erróneos más comunes relativos a la electrostática que cita la literatura son:

- *la electricidad estática es electricidad que esta estática,*
- *la fricción causa la electricidad estática,*
- *la electricidad estática no tiene nada que ver con el alto voltaje,*
- *la electricidad estática es un aumento de electrones,*
- *los objetos neutros no tienen carga,*
- *la electricidad es una forma de energía,*
- *cargar un condensador es llenarlo de carga,*
- *las nubes están cargadas porque se frotran entre ellas* [12].

Sobre las causas del fracaso en el aprendizaje significativo de los conceptos eléctricos, la mayoría de las explicaciones atribuyen el fracaso a las carencias de los estudiantes [13]. Sin embargo, es posible que deba considerarse que tales carencias pueden ser fundamentalmente cognitivas.

V. HABILIDADES PARA DESCRIBIR Y EXPLICAR FENÓMENOS CIENTÍFICOS

A través de la expansión de las ideas científicas, la generación de inferencias significativas, el promover la reflexión, centradas en cuestiones con propósito, provocan el desarrollo de habilidades metacognitivas, acción que ayuda a, por ejemplo, describir, hacer inferencias o explicar con ideas científicas [14].

Se dice que cuando se entiende un fenómeno, se sabe cuáles son sus causas (realización de inferencias); se sabe cómo controlarlo (visualización de situaciones); se cuenta con un modelo causal (formulación del modelo) que explica

el fenómeno. El nivel de dominio del modelo depende de las preconcepciones, proposiciones (formulaciones matemáticas, definiciones), analogías y procedimientos implicados por el fenómeno. Los modelos causales básicos se estructuran en las causas, momento en que actúan las causas y en los efectos de las causas [15]. Los modelos descriptivos analógicos, implican comprensión cualitativa del fenómeno, manifestándose como imágenes mentales, que se expresan utilizando dibujos o movimientos corporales. Los modelos explicativos suelen ser analógicos-proposicionales y se caracterizan por el manejo de definiciones y relaciones matemáticas [15].

A partir de esto, definimos que los alumnos trabajan solamente con proposiciones – o solamente con representaciones proposicionales – cuando no consiguen explicar la estructura conceptual de una teoría y los fenómenos vinculados a ella.

Por ejemplo, para explicar mecánica y eléctricamente el comportamiento de los objetos cargados, se requiere de conceptos como carga eléctrica, conductores y aislantes, la ley de interacción eléctrica (ley de Coulomb), modelos de objetos cargados, campo eléctrico y corriente eléctrica. Las leyes y los principios, que son presentados al estudiante por medio de definiciones y expresiones matemáticas, se basan en analogías físicas que les dan “sentido”.

VI. LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS

El instrumento para recolectar los datos fue una prueba cualitativa con la que se les solicitó realizar descripciones y explicaciones acerca de demostraciones video grabadas sobre electrostática. (Ver Anexo).

Los videos observados tratan fundamentalmente tres conceptos: Equipartición del exceso de la carga, equilibrio eléctrico - mecánico de la carga en exceso en los conductores y la neutralización por medio del contacto de los objetos cargados.

A los alumnos se les pidió observar, en cada uno de los videos, los hechos que reflejan el objetivo de las demostraciones. Con el fin de evitar la confusión de los estudiantes, con la primera pregunta se intenta que el estudiante infiera que su respuesta deberá corresponder a la pregunta que solicita una descripción.

El primer video se proyecta sin audio y a solicitud del estudiante es repite sólo una vez más. En el segundo y el tercer video, hasta la segunda proyección se activa el audio. El tiempo disponible fue de 45 minutos.

Video 1

El video muestra dos esferas metálicas que se encuentran en contacto, eléctricamente aisladas y un electroscopio. Se observa que, por medio de un objeto (unicel) electrostáticamente cargado, es tocada una de las esferas (Fig. 1a). Estando los tres objetos en contacto, es separada una de las esferas, y es usada para cargar eléctricamente el electroscopio, lo que hace que la aguja del electroscopio se separe, como se observa en la fotografía (Fig. 1b).

Posteriormente, al tocar el plato del electroscopio, se observa que se descarga (Fig. 1c). Ahora, se traslada la segunda esfera y se observa que la barra del electroscopio nuevamente se separa (Fig. 1d).

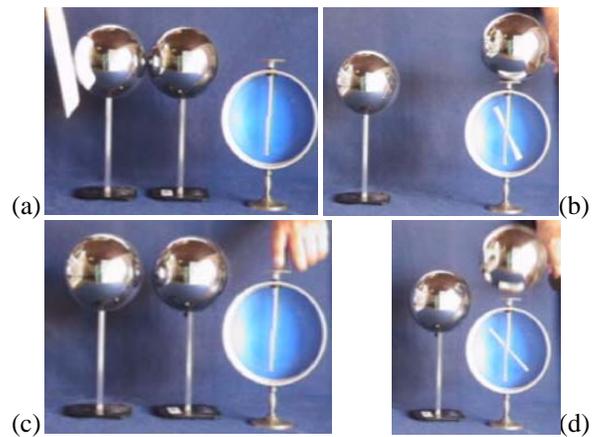


FIGURA 1. El video previamente diseñado para apoyar actividades del curso en línea “Curso básico de Mecánica, (<http://www.fcfm.buap.mx/fcfm/acorona/>).

Video 2

El video fundamentalmente muestra que la carga en los objetos conductores se distribuye dependiendo de su forma y posición de otros objetos cargados o no. De tal manera, el objetivo se refiere a la propiedad de conducción de los metales.

Narración del video: ISBN 1-881389-00-6. "Usaremos este electroscopio para mostrar cómo cambia el voltaje en un condensador cargado cuando cambia la distancia entre sus placas. Las dos placas de este condensador están conectadas al electroscopio, y el condensador se carga tocándolo con una varilla de hule cargada. Si aumentamos la distancia entre las placas, ¿aumentará, disminuirá o permanecerá igual el voltaje? El voltaje aumenta? Si acercamos las placas de nuevo, el voltaje disminuye”.

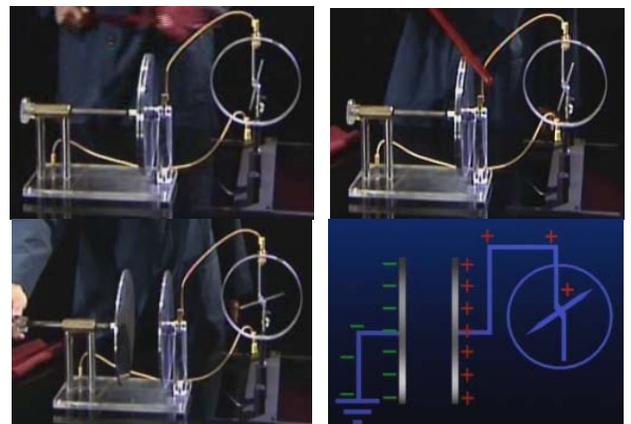


FIGURA 2. El video fue tomado de la Video Enciclopedia de Demostraciones de Física, El grupo de educación y asociados, 1992, ISBN 1-881389-00-6.

Renato Xochitiotzi Hernández, Adrián Corona Cruz, Josip Slisko Ignjatov
Respecto a la descripción narrada y animada, en el video, hay varios errores (tal vez, a “propósito”):

- a) Primero, se cita que se usará el electroscopio para mostrar cómo cambia el voltaje. Es claro que el comportamiento del electroscopio se debe a las cargas y su propiedad repulsiva de cargas del mismo signo.
- b) Segundo, por medio de la pregunta "Si aumentamos la distancia entre las placas, ¿aumentará, disminuirá o permanecerá el voltaje?" (En éste caso, del comportamiento del electroscopio), no se puede deducir que el voltaje aumenta o disminuye.
- c) Tercero, en la animación se muestra un arreglo diferente al del sistema. Hay una conexión a tierra, mientras que en video la placa correspondiente está conectada a la coraza del electroscopio, situación que es físicamente diferente.
- d) Cuarto, también se muestra que en el medio conductor las cargas “positivas” se mueven. Éste es uno de los orígenes de las preconcepciones erróneas que los estudiantes tienen.
- e) Quinto, la animación muestra que las cargas positivas y negativas en las placas se encuentran en la parte exterior, que es una situación completamente errónea, pues las cargas de tipo contrario se atraen.

Se hizo la suposición de que tales errores fueran detectados al menos por los estudiantes caracterizados como formales.

Video 3

Como para todo objeto que es fraccionado, separado de otro, hay la certeza de que alguno de ellos quede con algún exceso de cargas (electrones), situación que depende de los materiales y de las condiciones del contacto. Bajo ésta consideración, se formuló la hipótesis de que los estudiantes pudieran conocer o, en su caso, inferir que tal situación ocurre, al observar el comportamiento de las burbujas al acercarse a objetos eléctricamente neutros. Además, sabiendo que cuando un objeto con exceso de carga está en contacto con el aire, también satisface la suposición anterior, dando como resultado, que las partículas del aire, que tuvieron contacto con el objeto cargado, se carguen saliendo expulsadas.

En algunos casos, si la burbuja está neutra o la carga que lleva no es suficiente, es atraída hacia la esfera cargada del Van de Graff. Las anteriores consideraciones, fundamentaron los criterios para realizar el análisis de las respuestas de cada uno de los alumnos. Respecto al objetivo del video, los autores quieren, por medio del comportamiento de las burbujas, mostrar como es el comportamiento electrostático de los objetos, bajo diferentes condiciones de humedad. Afirman que en el verano que es húmedo tenemos menos problemas con las descargas eléctricas, que en invierno, situaciones que son consistentes con lo antes citado.



FIGURA 3. Jefferson Lab, Frostbite Theater (<http://www.youtube.com/watch?v=hoswNJzqUX0>, You Tube).

La narración del video:

"El Teatro Congelación presenta...

Este es un generador Van de Graff!, estas... son burbujas! ¿Alguna vez has notado que tienden a ser menos sorprendida en el verano por la electricidad estática que usted hace en el invierno? ¿Alguna vez has notado que en el verano eres menos sorprendido que en el invierno por la electricidad estática? Eso es porque generalmente hay más humedad en el aire en el verano que en invierno. Dado que las moléculas de agua son polares, son atraídas y se llevan carga de los objetos cargados. Ahora, no podemos tener moléculas de agua en el aire, pero podemos utilizar burbujas para averiguar lo que estamos haciendo. Cuando el Van de Graff está apagado y sin carga, las burbujas se comportan del mismo modo que ya conoces. Cuando la esfera del Van de Graff se carga, las cosas cambian. Las burbujas se sienten atraídas por la esfera. En su camino hacia la esfera, algunas de las burbujas se cargan. Si recogen suficiente carga antes de que lleguen a la esfera, son rechazadas por ella. Las burbujas de vuelan lejos, llevando carga con ellas. Hay menos humedad en el aire en invierno, así que eso es como tener al mismo tiempo sólo unas pocas burbujas. Así, la esfera mantiene su carga ya que son menos las cosas que toman carga de ella. En el verano, hay más humedad en el aire, así que eso es como tener una gran cantidad de burbujas. Cuando hay más humedad en el aire, más rápido la esfera pierde su carga".

VII. RESULTADOS

Considerando que los fenómenos mostrados por medio de videos, tratan fundamentalmente los conceptos;

- a) la equipartición de la carga en los conductores,
- b) el equilibrio eléctrico mecánico de la carga en exceso en los conductores y
- c) la neutralización por contacto de los objetos cargados.

Las respuestas a cada una de las preguntas, de cada uno de los videos, se analizaron, y evaluaron considerando que las descripciones no requieren del uso de conceptos; y que deberían estar estructuradas en términos de las variables determinantes.

Respecto a las explicaciones, éstas se evaluaron, como correctas cuando sin ser redundantes usaron sus preconcepciones formulando frases cercanas a las de los expertos.

En la Fig. 4, se muestran los resultados globales de las respuestas a las descripciones y explicaciones. Con relación a la habilidad para describir basándose en el objetivo fundamental de los eventos, hay una diferencia del orden del 25% entre las descripciones realizadas por los formales y los alumnos de menor nivel cognitivo, sin embargo sólo el 40% de los formales, lograron hacer su descripción de manera suficiente, el 60%, restante, requirieron del uso de sus preconcepciones, desarrolladas y mal conceptualizadas de sus cursos previos. Respecto a las explicaciones, aunque la diferencia fue del 17%, entre los formales y concretos, la calidad de ellas son significativamente mejor sustentadas, aunque las preconcepciones usadas se consideran de mayor nivel, fueron igualmente erróneas. Del grupo de concretos, se obtuvo que aproximadamente el 80%, no fueron capaces de diferenciar entre una descripción y una explicación, resultados que confirman un buen acuerdo con la hipótesis.

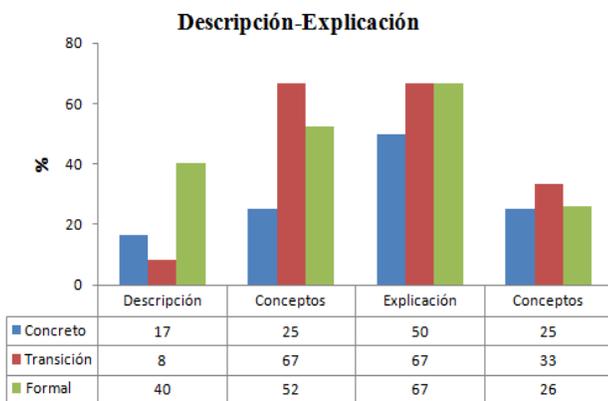


FIGURA 4. Histograma de las respuestas de los estudiantes quienes describieron y explicaron las demostraciones.

Los valores mostrados en las Figs. 4, 5 y 6, se obtuvieron considerando que si el estudiante no describe, le corresponde una calificación 0, cuando describe y hace mal de sus preconcepciones, obtiene 5 y si describe bien, sin hacer uso de conceptos obtiene 10. En el caso de las explicaciones, si las ideas no hacían referencia a las variables principales, se les calificó con 0, a quienes explicaron pero hicieron mal uso de sus preconcepciones se les calificó con 5, y aquellos cuyas explicaciones inferían hipótesis, estaban basadas en las variables principales se les calificó con 10.

A. Describe lo que observaste en el video

Considerando que en general, los estudiantes confunden las ordenes describir con explicar, se diseñó la actividad con la primera pregunta “describe lo que observaste en el video”, con el propósito de identificar su capacidad para entender y ejecutar ordenes, su capacidad para observar, describir en forma estructurada, y de manera que se desarrollan los eventos mostrados en los videos, se realizó el análisis de la descripción de los estudiantes.

El resultado indicó que el 40% de los estudiantes realizaron una descripción de los videos, sin embargo, el resto (60%) dieron una explicación, basándose en su preconcepciones (38%). Respecto a los estudiantes en transición, sus descripciones fueron del 8%, y el 50%, de ellos explicaron usando más preconcepciones (50%). Los concretos, sólo pudieron entender la instrucción el 17%; como ejemplo de descripciones de **concretos**: *...frotarla con los dos platos metálicos se está creando un el aire se pierde más rápido su carga; ...lo que demuestran es como a mayor distancia la carga aumenta...; ...son materiales transmisores de energía...* Respecto a las descripciones de los **formales**, se reproducen los siguientes ejemplos: *...cuando alejamos las placas el voltaje en el electroscopio aumenta, cuando las acercamos, disminuye;...una vez que el generador es encendido la lluvia de burbujas empieza a repelarse con el generador.* Respecto a las explicaciones de los **formales**, se reproducen los siguientes ejemplos: *...debido a la fricción que se genera al frotar una tapa de unicel adquirió una carga eléctrica;...la placa más cercana al electroscopio cuenta con una carga positiva por lo que al acercarse al electroscopio se observa una repulsión; ...se soplan burbujas de jabón (las cuales adquieren carga en su superficie externa) hacia este generador.*

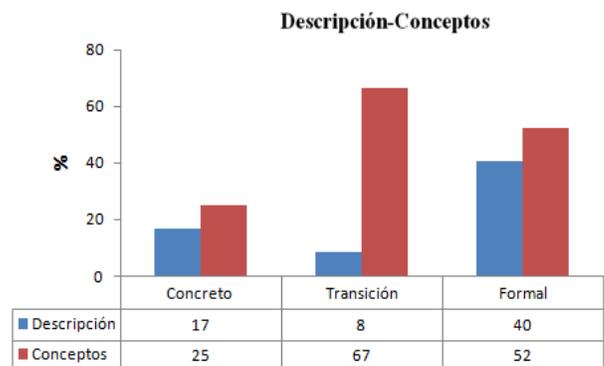


FIGURA 5. Distribución de las descripciones promedio a los videos, por su nivel cognitivo.

B. Explica las causas del comportamiento de los objetos

Con la pregunta, Identifica y explica las causas que supones se relacionan con el comportamiento ¿por qué los objetos se comportaron de tal manera? (haz uso de

Renato Xochitiotzi Hernández, Adrián Corona Cruz, Josip Slisko Ignjatov (*conceptos, principios o leyes físicas*), se pretendió identificar la capacidad del alumno para formular explicaciones científicas; cómo maneja sus preconcepciones y su habilidad para formular hipótesis.

Considerando las ideas anteriores, los resultados indican, haber diferencias del orden del 10%, entre las explicaciones de los estudiantes en transición y formales. Que los porcentajes de alumnos que realizan explicaciones científicas, son consistentes con su nivel cognitivo y que el uso de sus preconcepciones mal aplicadas, en promedio llega a un 30%, se explica al considerar la persistencia de las ideas coloquiales e ideas mal comprendidas y que éstas no dependen significativamente de la cognición del estudiante.

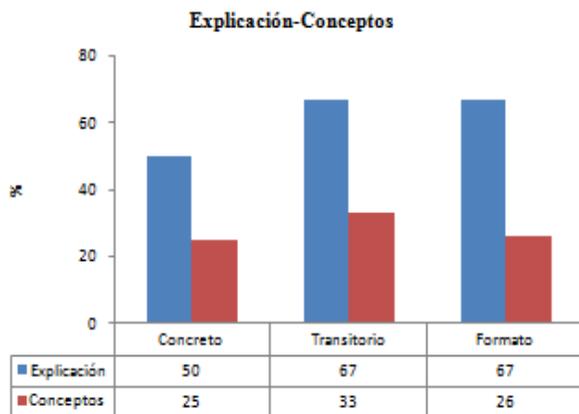


FIGURA 6. Con las columnas azules, se muestran los porcentajes de explicaciones correctas de cada grupo, con la roja, el porcentaje de preconcepciones que los estudiantes manifiestan en sus explicaciones.

Se muestran algunas de las ideas de los **concretos** que no explican, pero que muestran las concepciones de los estudiantes concretos, consideran que si se friccionan objetos se crea un campo magnético; se produce o crea energía y ésta se transfiere, por ejemplo: *...cuando dos cuerpos se frotran y se friccionan producen cierta energía; ...al frotrar el pedazo de unicel con la bola por el material del que está hecho el unicel crea un campo magnético que se queda en las esferas metálicas; ...para obtener la energía se necesitaron frotrar un objeto con otro.*

De manera similar, los estudiantes en **transición** cognitiva, usan mal algunas de su preconcepciones, por ejemplo, consideran que si se friccionan los objetos se produce carga; los equipotenciales describen la trayectoria de los objetos cargados; la carga se mantiene dependiendo de sus interacciones; el movimiento de las cargas en los conductores depende de sus interacciones, etc. A manera de ejemplo las descripciones en lugar de explicaciones: *...con ello podemos ver que algunas burbujas tienen carga positiva y otras negativas;...las cargas positivas que fueron transmitidas por el tubo de PVC atraen las negativas de la otra placa;...los materiales pueden ser cargados de*

diferente manera con cargas positivas o negativas. Ejemplo de explicaciones: ...al generar fricción se cargan los materiales ya sea de cargas positivas o negativas; ...los equipotenciales describen la trayectoria en que se mueven las burbujas; ...por la carga que tienen las burbujas al generarse y la carga que genera el generador Van de Graff, algunas de las burbujas son cargadas en el aire y algunas no se cargan y se desintegran en el generador.

Los estudiantes que se calificaron como **formales**, y que no explicaron, fundamentalmente basaron sus descripciones, en sus preconcepciones sobre la conducción y las propiedades de interacción eléctrica de las cargas. Citaron por ejemplo: *...se observa la fuerza de repulsión que existe entre cargas del mismo signo, positivo, (el electroscopio y la placa más cercana a éste) y las fuerza de atracción (entre las placas de signo opuesto); ...al prender el generador algunas burbujas que están cargadas las atrae por su temperatura, las otras que no están cargadas son repelidas.* Los estudiantes **formales** que si explicaron, hicieron uso de conceptos como: generar carga por inducción y por fricción, las moléculas presentan cargas, las cargas responden según la estructura de los campos, alrededor de objetos cargados hay campo eléctrico; propiedades eléctricas de los metales; la carga en exceso en los conductores se distribuye según sus interacciones. Sin embargo no siempre lo hacen de forma correcta, por ejemplo: *“...al frotrar en la superficie de unicel, hace que se genere una carga en su superficie, esto es por la excitación de los electrones”, “...las burbujas absorben la carga debido a su composición, el generador ayuda expulsando energía eléctrica, las burbujas crean el campo con la misma carga que absorben por lo que las posteriores se repelen”, ...las burbujas están hechas de jabón y agua, estas moléculas presentan cargas.*

C. Preconcepciones

Del análisis de las descripciones y explicaciones relacionadas con las demostraciones mostradas en los videos, se encontró, como fue planteado (hipótesis), que hay una relación entre el nivel de las preconcepciones de los alumnos y su nivel cognitivo.

Los alumnos de pensamiento **concreto**, piensan por ejemplo; que al frotrar objetos se crean campos magnéticos y eléctricos, idea que mantiene en las descripciones de los tres videos, creando además el concepto de carga magnética; que los materiales **hechos de cargas positivas o negativas** y transmiten energía, para obtener energía se requiere frotrar objetos por ejemplo: *“...los átomos siempre están en constante movimiento crean campos...”* *“...si frotras contra tu pelo se crea un campo magnético”*, *“...obviamente al separar los discos se crea un campo magnético más grande”*, *“...el generador creando cargas positivas y las burbujas que suelta el hombre son negativas”*. Considerando la manera que construye y que expresa sus ideas, se puede identificar, que efectivamente hay una correlación entre su nivel cognitivo, sus preconcepciones y habilidad para darles contexto.

Respecto a los estudiantes en **transición**, sus preconcepciones se manifiestan en conceptos considerados más complejos, como suponer que, las cargas tienen fuerza, al friccionar objetos se produce carga eléctrica, que un capacitor almacena energía, que el Van de Graff, genera campo magnético, el comportamiento de los objetos se debe a las leyes de la energía”, hace uso del concepto de equipotencial para describir la trayectoria de las partículas., A manera de ejemplo se muestran algunas de sus expresiones en las que se manifiestan como el alumno en transición, construye sus descripciones y explicaciones “...las cargas que se encuentran en las placas las positivas y las negativas no tienen la suficiente fuerza para atraerse y se liberan; ...los equipotenciales describen la trayectoria en que se mueven las burbujas”; “...con el capacitor se puede observar si se almacena algún tipo de energía”.

Respecto a las descripciones y explicaciones de los estudiantes identificados como **formales**, sus preconcepciones sobre los fenómenos electrostáticos se manifiestan, e inclusive, parecen estar en sus mentes complejamente más mal estructurados. Sus modelos mentales, implican más conceptos, que si bien, pueden mentalmente manejarlos, no son capaces de analizarlos. Ejemplos de tales ideas manifiestan por ejemplo que, se genera carga por la excitación de los electrones, debida a que es inducida por la frotación, quedando los objetos con distintas polaridades. Que las cargas en los objetos pueden ser inducidas por las cargas de otros. Los objetos neutros son repelidos por los objetos cargados y que dependiendo de su composición química pueden ser atraídos. Que las cargas positivas se mueven; que en los conductores, la carga trata de moverse; que las cargas crean campos eléctricos; que las cargas interaccionan por causa de su voltaje. Explican los fenómenos electrostáticos por medio de un modelo de imanes. Que el electroscopio maneja voltaje y que el generador expulsa energía eléctrica. Con la intención de mostrar la estructura y uso de las preconcepciones de los alumnos formales, se listan las expresiones más representativas: *...poniendo en contacto las esferas con imanes en los que se conoce el polo negativo y el polo positivo, se sabe que fuerzas de atracción están sucediendo; ...al separar dos discos conectados al electroscopio se ve como aumenta el voltaje en el electroscopio; ...las burbujas están hechas de jabón y agua, estas moléculas presentan cargas*

D. ¿Cuál consideras que es el objetivo principal del video?

Los siguientes resultados, muestran que hay cualitativamente, una relación entre la capacidad cognitiva del estudiante y sus inferencias sobre los objetivos de las demostraciones mostradas en los videos de estudio, en particular, los estudiantes formales, mostraron tener una idea más cercana, sin embargo sus contestos, corresponden aquellos que están identificados como en transición. Respecto al video 1 y 3, los alumnos formales, en su mayoría no fueron capaces de identificar el objetivo. Se

cree que haciendo una evaluación sobre el estilo cognitivo de los alumnos, se podría realizar un mejor análisis, y en consecuencia, poder constatar mejor la hipótesis de investigación.

Video 1

Considerando que el objetivo del video es el mostrar que cuando dos objetos conductores en contacto, son eléctricamente cargados, la carga se distribuye entre ellos a la misma proporción, se encontró que los estudiantes **concretos**, no llegaron a identificar el objetivo, y sus expresiones además de contener preconcepciones erróneas, denotan aspectos generales de los eventos electrostáticos, por ejemplo: *...demostrar que siempre hay carga en cualquier objeto, nada más que algunas las puedes controlar mediante experimentos y otros no puedes, pero el objetivo es ese mostrar como con una forma tan sencilla se pueden cargar las cosas y así crear un campo magnético; ...en lo que a mí respecta el objetivo principal del video es enseñar y demostrar varios temas como lo son transferencia de energía, descarga etc.*

Respecto a lo expresado por los alumnos calificados como **formales**, hacen alusión a: el concepto de carga eléctrica; la transmisión de cargas, la transferencia la carga, sin embargo, ninguno llega a identificar el objetivo de la demostración presentada en el video 1. Ejemplo de sus ideas: *...Mostrar las propiedades de conducción de todos los objetos; ...demostramos como se puede conducir la carga eléctrica de un material a otro; ...el objetivo del video es ver que si cargas un objeto y es tocado por otro, los dos ya están cargados (siempre y cuando sean metales).*

Video 2

El video 2, fundamentalmente muestra que la carga en los objetos conductores se distribuye dependiendo de su forma y de la forma y posición de otros objetos cargados o no. De manera que el objetivo se refiere a la propiedad de conducción de los metales.

Los objetivos determinados por los estudiantes **concretos**, se refieren a situaciones totalmente, diferentes del propósito de la demostración, por ejemplo: *...el objetivo principal es enseñar que como una cosa tan sencilla como el frotar un palo de plástico con una tela se está creando un campo eléctrico, y como sus cargas pueden variar mucho; ...energía y carga eléctrica y potencial eléctrico; ...como cambia el voltaje de un capacitor dependiendo de la separación de las placas y haciendo que las cargas que se encuentran en las placas se desplazan buscando cargas opuestas.*

Respecto a los objetivos que los estudiantes **formales** determinaron del video, se encuentran que la mayoría citaron situaciones que implican el objetivo considerado correcto del video, ejemplos: *...explicar el concepto de como las cargas se atraen, y repelen entre sí, mostrándonos que sucede al dejar de aplicar fuerzas de atracción sobre una carga; ...demostrar las propiedades de conducción de los objetos a través del condensador y el electroscopio...*

Renato Xochitiotzi Hernández, Adrián Corona Cruz, Josip Slisko Ignjatov
...demostrar la carga que se puede tener en un capacitor de placas dependiendo de la distancia que exista entre ellas.

Video 3

Respecto a la pregunta *¿Cuáles consideras es el objetivo de enseñanza principal del video?*, los alumnos detectados como **concretos**, además de mantener sus preconcepciones, no fueron capaces de identificar de los hechos el objetivo, ejemplos: *“Mostrar que en todo, hay campos magnéticos, no hay nada en el mundo que no tenga partículas ya sean positivas negativas, etc.”*, *“Cómo funcionan las cargas cuando se atraen y cuando se repelen, con una manera divertida y fácil de representar”*, *“Como se encuentran cargas en el aire y como pueden ser absorbidas por otros materiales. Y como está el campo magnético del generador Van de Graff, y como genera sus cargas”*.

Respecto a las ideas que expresaron los alumnos calificados como **formales**, ninguno fue capaz de identificar la humedad y en su caso, explicar porque los objetos pierden carga al estar en contacto con otros objetos inicialmente descargados. Las ideas que expresaron se refirieron a situaciones que muestran sus problemas con sus ideas previas, por ejemplo: *“Mostrar como una carga se ve afectada por la exposición de estar a un campo eléctrico”*, *“mostrar como las cargas pueden crear un campo eléctrico”*, *darnos a conocer el cómo los objetos en este caso las burbujas pueden ser atraídas por un campo eléctrico que está siendo generado.*

Los siguientes resultados, muestran que hay cualitativamente, una relación entre la capacidad cognitiva del estudiante y sus inferencias sobre los objetivos de las demostraciones mostradas en los videos de estudio, en particular, los estudiantes formales, mostraron tener una idea más cercana, sin embargo sus contestos, corresponden aquellos que están identificados como en transición. Respecto al video 1 y 3, los alumnos formales, en su mayoría no fueron capaces de identificar el objetivo. Se cree que haciendo una evaluación sobre el estilo cognitivo de los alumnos, se podría realizar un mejor análisis, y en consecuencia, poder constatar mejor la hipótesis de investigación.

E. Nuevo conocimiento

Expresa cualquier nuevo conocimiento, sorpresa, experiencia, etc. generada de la observación y análisis de los eventos mostrados en los videos.

Lo que los estudiantes **concretos** y en **transición**, consideraron como nuevo conocimiento, infieren que efectivamente llegaron a conocer, nuevos eventos, y no hacen referencia a por ejemplo comprobar o modificar sus ideas previas (aprendizaje). En relación a su capacidad para construir su propio conocimiento, se observa que sus conjeturas son no precisas. Citaron por ejemplo: *...me agrado ya que son cosas que no sabía y mediante a este video ya sé que es un generador Van de Graff, y para qué sirve y como se pueden demostrar teorías con cosas tan sencillas como los las burbujas; ...a mi gusto el mejor fue*

el segundo donde aprendí que si se alejaban los discos la carga aumentaba ya que los positivos se juntaban por así decirlo; ...aprendí sobre las cargas que se encuentran en el ambiente; como cambia el voltaje en un capacitor de placas al alejarlas, y como se mueven las cargas de un cuerpo al otro.

Los objetivos identificados por los **formales**, manifestación de forma contundente la diferencia entre la forma en que visualizaron los objetivos de las demostraciones: *“...de esta forma se podrían probar hipótesis generadas al realizar el experimento”*, *“...sin embargo estos llevan un nuevo enfoque en el que uno pudo visualizar cómo se comporta la carga, y como los campos eléctricos afectan a sus alrededores”*, *“.....tipo de actividades ya que nos podemos dar cuenta de que tanto entendemos o la forma en la que retenemos las cosas.*

VIII. CONCLUSIONES

Considerando los resultados y en consecuencia la buena constatación de la hipótesis, se llega a la conclusión, de que si se considera el nivel cognitivo del estudiante, es probable que nuestras enseñanzas mejoren significativamente. Que una buena parte de nuestras acciones en el aula, se deben dirigir a cambiar, o mejorar la cognición de los estudiantes. Si el estudiante construye su propio conocimiento, éste será de larga duración.

Del hecho de ningún estudiante, pudo abstraer o identificar el objetivo de las demostraciones, muestra que no están habituados, a formularse conclusiones de de sus eventos realizados durante su trabajo en el aula.

La precisión con la que los estudiantes formales; analizan, describen y elaboran su hipótesis, etc. Hace que la eficiencia de las acciones escolares se realice con mejor eficiencia.

Cabe destacar como un medio de motivación fue muy bien aceptado por cada uno de los estudiantes que opinaron que les gustaría ver otros temas utilizando esta herramienta.

REFERENCIAS

- [1] Huitt, W. & Hummel, J., *Piaget's Theory of Cognitive Development*, Educational Psychology Interactive, (2003). From: <http://www.edpsycinteractive.org/topics/cogsys/piaget.html> Consultado el 16 de Febrero de (2011).
- [2] Pozo, J. I. y Gómez, C. M. A., *Aprender y enseñar ciencia*, (Ediciones Morata, Madrid, 1998).
- [3] Campanario, J. M. y Otero, J. C., *Más allá de las ideas previas, como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias*, Enseñanza de las Ciencias **18**, 155-169 (2000).

- [4] Coletta, V. P. & Phillips, J. A., *Addressing Barriers to Conceptual Understanding in IE Physics Classes*, Part of the PER Conference series. Ann Arbor, Michigan: July 29 - 30, 2009. Physics Education Research Conference 2009 **1179**, 117-120 (2009).
<http://myweb.lmu.edu/jphillips/per/2009PERC.pdf>.
- [5] Coletta, V. P., Phillips, J. A. y Steinert, J. J., *Why You Should Measure Your Students' Reasoning Ability*, *The Physics Teacher* **45**, 235-238 (2007a).
- [6] Tekkaya, C. y Yenilmez, A., *Relationships Among Measures of Learning Orientation, Reasoning Ability, and Conceptual Understanding of Photosynthesis and Respiration in Plants for Grade 8 Males and Females*, *Journal of Elementary Science Education* **18**, 1-14 (2006).
- [7] Williamson, V., Huffman, J. y Peck, L., *Testing Students' Use of the Particulate Theory*, *Journal of Chemical Education* **81**, 891-896 (2004).
- [8] Lawson, A. E., *Basic Inferences of Scientific Reasoning, Argumentation and Discovery*, *Science Education* **94**, 336-364 (2010).
- [9] El enfoque constructivista de Piaget, capítulo 5, http://personales.ya.com/fvillar/principal/pdf/proyecto/cap_05_piaget.pdf, Consultado el 11 de Enero de (2011).
- [10] Tobin, K. G. & Capie, W., *The development and validation of a Group Test of Logical Thinking*, *Educational and Psychological Measurement* **41**, 413-423 (1981).
- [11] Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., Scott, P., *Constructing Scientific Knowledge in the Classroom*, *Educational Researcher* **23**, 5-12 (1994).
- [12] William, J. B., *Misconceptions spread by k-6 textbooks "electricity"*, <http://amasci.com/miscon/elect.html>, Consultado el 26 de Noviembre de (2011).
- [13] Furió, C. y Guisasola, J., *La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada*, *Enseñanza de las Ciencias* **19**, 319-334 (2001).
- [14] Alev, N., *Perceived values of reading and writing in learning physics in secondary classrooms*, *Scientific Research and Essays* **5**, 1333-1345 (2010).
- [15] Greca, I. M. y Moreira, M. A., *Modelos Mentales y Aprendizaje de física en electricidad y magnetismo*, *Enseñanza de las ciencias* **16**, 289-303 (1998).

ANEXO

Cuestionario

- 1.- Describe lo que observaste en el video
 - Describe el comportamiento del objeto que consideras es más importante
- 2.- Identifica y explica las causas del comportamiento de los objetos; ¿por qué los objetos se comportaron de tal manera? (has uso de conceptos, principios o leyes físicas)
 - ¿Cuáles son tus experiencias en las que basas tus explicaciones?
 - ¿Has hecho suposiciones, es decir, has formulado algunas hipótesis?, ¿cuáles fueron?

Audio

- 3.- ¿Con qué experimentos podrías comprobar tus suposiciones o hipótesis? descríbelos
 - ¿Cuáles consideras es el objetivo principal del video?

Reflexiones: 1

Comenta la utilidad, en tu aprendizaje, de éstas actividades, respecto a las realizadas en alguno otro curso. Expresa cualquier nuevo conocimiento, sorpresa, experiencia, etc. generada de la observación y análisis de los eventos mostrados en los vídeos.