

EL USO DE UN PORTAFOLIO DOCENTE EN LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE DERIVADA: UNA EXPERIENCIA DE AULA INSPIRADA EN LA HISTORIA DE LA CIENCIA

L.M. Álvarez García ¹



¹LIDIA MILENA ÁLVAREZ GARCÍA

Licenciada en Física Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Magister en Didáctica de la Ciencias Universidad Autónoma de Colombia. Docente de la Secretaria de Educación de Bogotá. Docente de Cátedra de la Escuela Colombiana de Carreras Industriales ECCI Coordinación de Ingeniería Mecánica.

RESUMEN

El siguiente documento muestra la experiencia que se obtuvo haciendo uso de un portafolio de trabajo docente como estrategia didáctica dentro del desarrollo del concepto de derivada durante el curso de cálculo diferencial. El modelo de portafolio que se abordó contempla las siguientes etapas: planeación de las actividades, evidencias del trabajo desarrollado por los estudiantes, diario de campo de la planeación y de las observaciones del profesor y las reflexiones en torno al trabajo desarrollado. La planeación de las actividades que se desarrollaron dentro de la mediación, está basada bajo las etapas referenciadas por News Sanmartí: exploración, introducción, síntesis y aplicación. El pretexto de intervención pedagógica innovadora está inspirado en la historia de la ciencia, el cual subyace a las actividades de exploración, introducción y aplicación. El valor de este portafolio le significa a quien lo diseña un conjunto de datos que encuentran su asidero en la continua reflexión con la que se emprende las actividades en cada una de sus etapas, no solo desde la planeación inicial de las actividades, sino desde la reelaboración de las mismas luego de registrar el impacto que tuvieron en los estudiantes, hecho que se considera como relevante dentro del uso del portafolio en la enseñanza de las ciencias.

Palabras claves: Portafolio, Derivada, Historia de la Ciencia, Enseñanza de las Ciencias.

ABSTRACT

The following document shows the experience that was obtained making use of a briefcase of educational work as didactic strategy inside the development of the concept of having derived during the course of differential calculation. The briefcase pattern that was approached contemplates the following stages:

organization of the activities, evidences of the work developed by the students, newspaper of field of the organization and of the professor's observations and the reflections around the developed work. The organization of the activities that were developed inside the mediation, is based under the stages indexed by News Sanmartí: exploration, introduction, synthesis and application. The pretext of intervention pedagogic innovator is inspired by the history of the science, which underlies to the exploration activities, introduction and application. The value of this briefcase means who not designs it a group of data that you/they find its handle in the continuous reflection with which is undertaken the activities in each one of its stages, alone from the initial organization of the activities, but from the re-thinking of the same ones after registering the impact that you/they had in the students, fact that is considered as outstanding inside the use of the briefcase in the teaching of the sciences.

Key words: Briefcase, Derived, History of the Science, Teaching of the Sciences.

INTRODUCCION

El portafolio se ha configurado como una estrategia de enseñanza/aprendizaje que ha sido abordada tanto en estudiantes como en docentes. Su matiz principal está orientado hacia la recopilación y sistematización de evidencias de actividades aportadas por estudiantes dentro de una mediación pedagógica, las cuales a su vez, pueden ser juzgadas dentro de una disciplina en particular o dentro de aquello que orienta los objetivos de la mediación aplicada. Su implementación metodológica ha impactado tanto el ámbito de la evaluación como el que

atañe a la didáctica. En este último, porque el componente metodológico demanda de una estrategia didáctica visible y relevante dentro del proceso de mediación; y desde la evaluación, por el matiz mismo que lo caracteriza de "sistematizador de experiencias", ya que en este punto en donde se adquiere el "poder de juzgar", pero con el ánimo de informar del progreso personal alcanzado por cada estudiante y por un grupo en general, alrededor de los objetivos de aprendizaje y criterios de evaluación planteados inicialmente.

En el caso específico, se reporta la experiencia de trabajar con el portafolio desde el ámbito docente, partiendo de la concepción de Shulman (1992) para quien el portafolio constituye una "Historia documental estructurada de un conjunto de desempeños que han recibido tutorías que adoptan la forma de muestras de trabajo de un estudiante que solo alcanza realización plena en la escritura reflexiva, la deliberación y la conversación". Para abordar este hecho se abordó el concepto de derivada y algunas aplicaciones preliminares en el curso de cálculo diferencial, allí se relacionarán aspectos como modelo del portafolio, planeación de las actividades y reflexión alrededor de la planeación, diarios de campo donde se reportaron las observaciones de la clase y las reflexiones acerca de los resultados alcanzados.

El sentido crítico y reflexivo que menciona Shulman fue considerado desde el diseño de las actividades de introducción, exploración y aplicación ya que fueron inspiradas desde contextos históricos que motivaron el estudio de la derivada. Se rastrearon los inicios aproximados de la derivada desde la época griega hasta la época en que se consolidó como un constructo formal en las matemáticas por parte de Newton y Leibniz.

El hecho de incluir este espectro histórico dentro de la mediación, tiene como

objetivo, siguiendo a Shulman, suscitar "la deliberación y la conversación", como parte fundamental dentro del desarrollo del concepto de derivada, debatir las necesidades de su estudio dentro de las matemáticas y aterrizarlo en el ejercicio del aula. De la misma manera, la etapa de aplicación preliminar de la derivada se planteó desde un contexto histórico en donde se abordó la caída de los cuerpos como pretexto de aprendizaje. Se intentó recrear en el aula las posturas de Aristóteles, Galileo, Newton y Einstein respecto a la explicación de la caída de un cuerpo de cara a las posturas de los estudiantes.

La continua reflexión y análisis de las posturas de estos iconos en la ciencia permitirá identificar las posturas epistemológicas iniciales de cada estudiante y cómo éstas se transforman o no durante la intervención.

MODELO DE PORTAFOLIO

Partiendo del hecho de que el portafolio constituye una recopilación de evidencias de las actividades que se desarrollan durante la intervención pedagógica y que a la vez son el resultado de una constante retroalimentación y deliberación de los docentes diseñadores principales y de los estudiantes, se estructuró el portafolio contemplando los siguientes aspectos que se muestran en el cuadro:

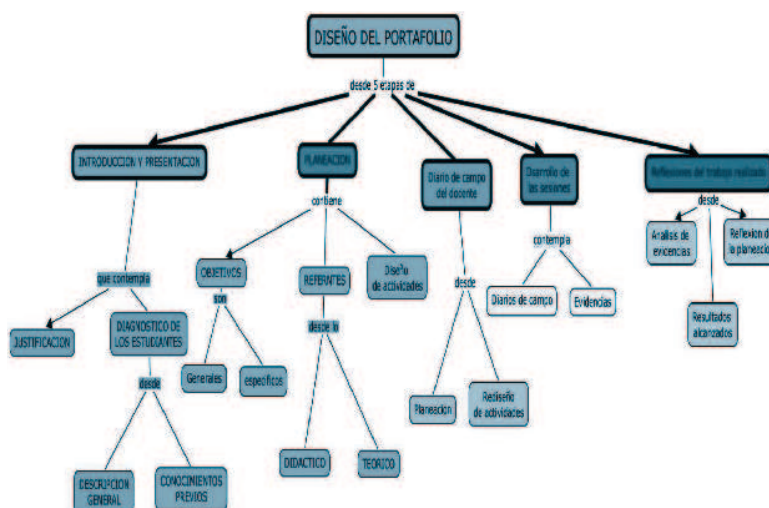


Figura 1: Etapas del Modelo del portafolio

Las etapas en que se desarrolló este portafolio, fueron consensuadas con ayuda del docente diseñador quien maneja un portafolio similar solo que enfocado en otro objetivo específico de enseñanza/aprendizaje. La reflexión y debate con otros profesores de la misma área o de áreas similares a las matemáticas dentro de un encuentro general que se realizó para socializar los portafolios de todos los docentes diseñadores y co-equiperos en el diseño de este portafolio, significó la reflexión profunda en cuanto a la selección de las actividades, la selección de los textos históricos y la actividad que se escogería en la etapa de aplicación para los diseñadores principales del portafolio.

INTRODUCCIÓN Y PRESENTACIÓN

La primera etapa aborda dos aspectos, por un lado, se presentan los elementos y

atributos teóricos que justifican el empleo de un portafolio en la enseñanza de las ciencias al tiempo que se presenta una estrategia didáctica que se abordará en la mediación que en este caso particular, es el empleo de textos históricos como eje principal y subyacente a las actividades de la intervención; por otro lado, se hace referencia a la caracterización de la población no sólo desde las características sociales de los estudiantes participantes, sino también desde los presupuestos cognitivos con los que llegan. Este aspecto se evaluó en la etapa inicial del curso mediante otras estrategias metodológicas las cuales reportaron que los matices principales del grupo radican en el tiempo que han dejado de estudiar por un largo periodo de tiempo y algunos son repitentes del curso. Dada esta condición se han olvidado muchos conceptos y por tanto muchos algoritmos necesarios para la comprensión del concepto de derivada.

PLANEACIÓN DE LAS ACTIVIDADES

La planeación de las actividades nace desde tres ejes orientadores: el diagnóstico inicial, el referente didáctico y teórico sobre el cual se inspira el empleo del portafolio y finalmente las reflexiones y debates que se dan en los encuentros con lo co-equiperos del portafolio. En este sentido se trabajó bajo los siguientes referentes.

1. Didáctico:

Para el diseño de las actividades se tomó como referente los aportes Sanmartí (2002), para quien el diseño de un dispositivo pedagógico, es considerado como: un conjunto de acciones planificadas por el profesorado que tienen como finalidad promover el aprendizaje de los alumnos en relación con determinados contenidos. De tal forma, que plantea cuatro clases de actividades que conforman una unidad didáctica.

- Actividades de exploración iniciales son actividades que tienen como objetivo facilitar que los estudiantes planteen problemas, percibiendo los objetos de aprendizaje. Promueven el planteamiento de preguntas o problemas de investigación, manejando diversos puntos de vista o hipótesis.
- Actividades de introducción de nuevos puntos de vista para la modelización, que están orientadas a que los estudiantes puedan construir

sus ideas coherentemente con las aceptadas actualmente por la ciencia, siendo configuradas en modelos de ciencia escolar para poder explicar predictivamente el conjunto de fenómenos que se irán evolucionando.

- Actividades de síntesis, recapitulación o estructuración, en ella se miran todas las ideas reflexionando sobre que se está aprendiendo y sobre las nuevas ideas incorporadas. La explicación se aborda desde el modelo que ha servido para explicarlo, reflexionando sobre las bases de orientación, favoreciendo su contraste a través de diversos recursos.
- Actividades de aplicación y generación tienen como propósito ampliar el campo de situaciones y fenómenos que se pueden explicar con el modelo construido inicialmente para, al mismo tiempo, favorecer su evolución.

2. Teórico:

Las actividades de exploración, introducción y aplicación serán diseñadas usando textos históricos, teniendo como referente que la historia y la filosofía de las ciencias, en las últimas décadas, se han reconciliado para convertirse en una herramienta de innovación en la Didáctica de la ciencia como lo afirman Navarro, (1983) y Matthews, (1990), faceta que se había perdido con el pragmatismo reduccionista que la influencia del positivismo había dejado en ciencia y que este nuevo elemento pretende rescatar y llevar a las aulas de clase.

Muchos son los trabajos que reportan el uso de la Historia de la ciencia en la enseñanza de manera exitosa; se han encontrado varias investigaciones que mostraban el impacto que ha tenido la implementación de la historia de la ciencia en distintas facetas: en el diseño de currículos escolares y en las prácticas de enseñanza en la educación media, bien sea, como narrativas soportadas en episodios históricos dentro de textos escolares, replica de experimentos de pensadores como Arquímedes, desde distintos ámbitos de la ciencia e incluso como instrumento para entablar paralelos entre las lógicas de pensamiento de estudiantes en contraste con los de algunos pensadores antiguos.

No cabe duda que una aproximación al conocimiento científico desde los aportes que brinda la historia y la filosofía contemporánea, como marco de referencia para la investigación didáctica y la práctica educativa, demanda lo que muchos autores ya han planteado de manera reiterada y es la necesidad de una estrecha colaboración entre Historiadores de la Ciencia, Filósofos de la Ciencia, Científicos Cognitivistas y Didactas de la Ciencia (Matthews, 1994).

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Teniendo en cuenta el referente didáctico de News Sanmartí, se planteó un esquema general para ser desarrollado en cada fase.

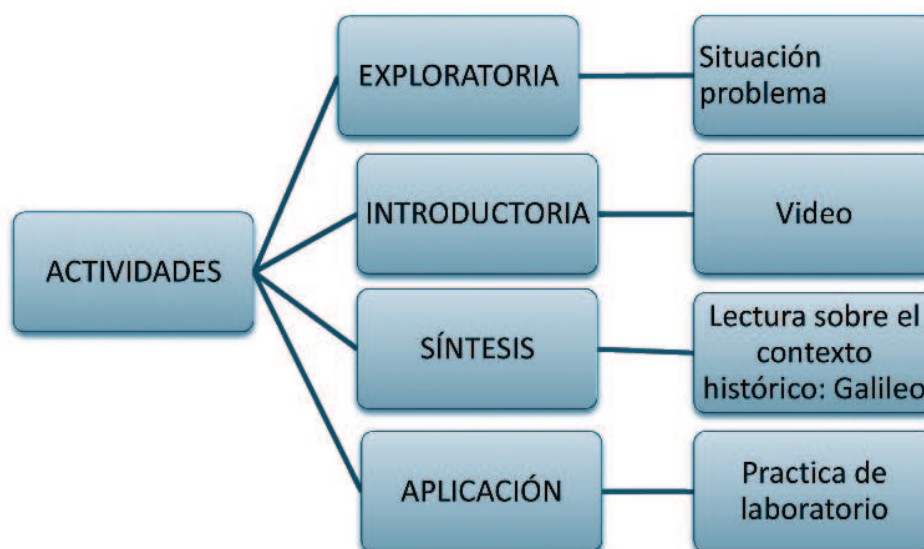


Figura 2: esquema de actividades descritas por News Sanmartí (2002)

Luego de la reunión con los co-equiperos del portafolio y teniendo en cuenta el diagnóstico preliminar de los estudiantes se decidió que tipo de actividades se desarrollarían en cada fase.

En la **fase exploratoria** se eligió un problema histórico que suscitó el estudio de la derivada desde hace más de 2500 años a.c. El problema consiste en estimar un valor para la pendiente de una curva dado un punto en el plano. La reflexión de los estudiantes alrededor de este problema permitió revisar pre-teorías de los estudiantes respecto a algunos aspectos de tipo geométrico los cuales serán definitivos en el entendimiento del concepto de derivada.

En la **fase introductoria** se trabajó con un texto histórico sucinto que recogió los aportes de Apolonio, Descartes, Fermat, Newton y Leibniz acerca de cómo se avanzó en la solución de la pregunta que se les planteó inicialmente. El propósito de la lectura es poner de manifiesto que el problema planteado en esta fase, más que una situación aislada, es un problema que adquirió relevancia dentro del estudio del cálculo. Abordar este problema desencadenó una serie de propuestas muy significativas, como ejemplo, se resalta la que propuso Apolonio (200 a.C.) el libro II de su obra *Cónicas*, desde allí realizó un estudio de los diámetros conjugados y de las tangentes a una cónica con lo que construyó todo un acervo de teoremas que ameritarían un curso completo para su comprensión. Por su parte Newton propuso nueve maneras para trazar la tangente a una curva y por tanto su pendiente, estas nueve

maneras y todos los detalles alrededor de este punto están descritos en su método de fluxiones publicado en 1671, su obra *Methodus fluxionum et serierum infinitarum* lo que más tarde conformaría parte del cálculo diferencial que hoy conocemos.

A través de la historia, fueron varios y variados los aportes que se dieron para solucionar el problema planteado, de la misma manera que fueron variados los aportes que los estudiantes plantearon en esta fase hecho que permite analizar la cercanía de sus planteamientos con los que se presentaron en la historia de la ciencia.

En esta misma fase se trabajó con un video del Instituto Tecnológico de California que recoge los elementos más fuertes que se requieren en el estudio de la derivada como las aplicaciones representativas presentes en la cotidianidad, de esta manera se pretendía engranar los elementos teóricos presentados en la lectura con los elementos prácticos presentados en el video.

Con los elementos que aportaba el video se procedió a entrar en la **fase de síntesis**; allí abrió un espacio para que, a través de sencillas historietas (aquí las historietas se entienden como representaciones gráficas que mediante distintas escenas recogen los hechos más llamativos del video), los estudiantes pudieran seleccionar los momentos que más atrajeran su atención con respecto a la historia de la derivada que se les presentó y fueran plasmados gráficamente. Al final de esta actividad se retomaron los elementos fuertes que se necesitaban para formalizar la definición de la derivada. Se trabajó en los seis grupos

para calcular la derivada de distintas funciones usando la definición formal de límite. De esta manera se pretendía armonizar los elementos conceptuales con los algorítmicos. Una vez adquiridos los algoritmos iniciales, se trabajaron sobre ejercicios de lápiz y papel referidos a las técnicas de derivación sin usar la definición de límite. Esta fase requiere un tiempo de dedicación importante, máxime cuando muchos de los estudiantes no contaban con los fundamentos mínimos para avanzar. Este hecho afectó esta experiencia, ya que sólo se pudo dedicar tres sesiones a su desarrollo.

En la **fase de aplicación** se trabajó el estudio de la caída libre de los cuerpos ya que este fenómeno permitía enlazar elementos de la historia de la ciencia con el concepto de derivada. Realizar este estudio significaba retomar elementos sucintos de la historia para sustentar las diferentes posturas que se tenían alrededor de la explicación de la caída de los cuerpos, de la misma manera que se requería dar especial importancia a las explicaciones de los estudiantes alrededor de las ideas previas sobre la pregunta: ¿cuáles son los factores que inciden en la caída de los cuerpos y de qué manera era posible encontrar la aceleración con que caen?.

Para esto, se escogieron los aportes más paradigmáticos como los de Aristóteles, Galileo, Newton y Einstein, ya que cada uno muestra panoramas distintos y explicaciones que rompen con esquemas de pensamiento que perduraron en la historia por mucho tiempo. En este sentido es posible identificar en los estudiantes el

lugar que ocupan sus ideas previas en la historia y cómo ellas pueden convertirse a otras o arraigarse por más tiempo.

Para propiciar ese cambio de concepción alternativa en el estudiante, se les invitó a realizar la prueba experimental de lanzar distintos objetos a distintas alturas y calcular un valor para la aceleración de caída. Esta prueba no solo pondría en entredicho sus posturas epistemológicas sino que les significaría enfrentar el concepto de derivada desde el ámbito de la aplicación superando el de la especulación, ya que tendrían que usar la segunda derivada de la función posición del objeto para calcular su aceleración de caída.

Los resultados que encuentren los estudiantes serán reportados por grupos de trabajo mediante un formato de artículo científico que se les propuso con anterioridad.

ANÁLISIS DE LAS EVIDENCIAS RECOGIDAS

En la fase de exploración se obtuvieron los siguientes resultados teniendo en cuenta que para el desarrollo de las cinco sesiones de este portafolio, siempre se usaron grupos de tres estudiantes:

Los estudiantes respondieron sucintamente a la pregunta así:

Grupo 1: Usando otro punto

Grupo 2: Usando una recta tangente que pase por el punto

Grupo 3: Usando una recta secante

Grupo 4: Usando un triangulo de Pitágoras

Grupo 5: Usando dos puntos que se encuentren tan cercanos que se pueda tomar un limite cuando su cercanía tienda a cero

Grupo 6: Usando la idea tradicional de pendiente

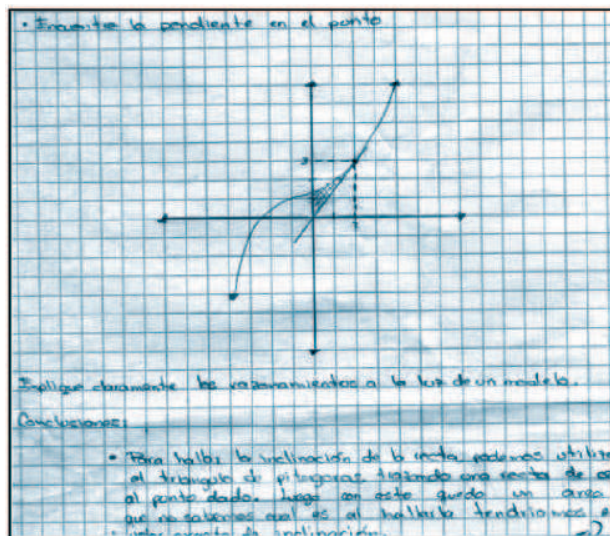


Figura 3: Evidencia de uno de los grupos en la etapa exploración

La figura 3 muestra el trabajo que desarrolló uno de los grupos con relación a la pregunta que se les hizo; en él muestran que la pendiente de una curva se puede trabajar si se empleará un triángulo de pitágoras. Una postura interesante pues desde mi punto de vista su aporte esconde muchos aspectos teóricos que se pueden desarrollar con más detalle; no se descarta la posibilidad que se pueda aproximar a una explicación acertada al interrogante. Los demás grupos

sólo verbalizaron sus respuestas para el auditorio pero no graficaron nada.

Se nota que el grupo 2,3 y 5 e incluso, el grupo que propuso el triángulo de Pitágoras, tienen un pensamiento más formal respecto al interrogante, pues sus respuestas apuntan a muchos atributos de la derivada.

En la fase de síntesis se obtuvieron las siguientes evidencias:



Figura 4: historieta grupo 1



Figura 5: historieta grupo 2



Figura 6: historieta grupo 4



Figura 7: historieta grupo 3



Figura 8: historieta grupo 6

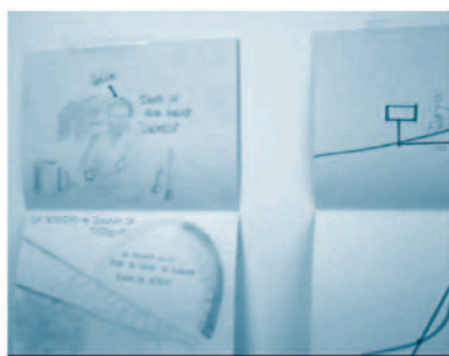


Figura 9: historieta grupo 5

Las exposiciones de las historietas de todos los grupos privilegiaron aspectos diferentes abordados tanto en la lectura como en el video. A unos grupos les interesó más hablar de la explicación de la derivada a la luz de su aplicabilidad como fue el caso de

una bicicleta subiendo distintas cuestas, mientras que a otros les interesó más rememorar los problemas históricos que dieron origen al estudio de la derivada y la postura de varios pensadores al respecto. Sólo dos grupos mostraron confusión en su

historieta y apelaron a copiar apartados del video pero lejos de un significado claro.

La mayoría de grupos muestra entendimiento por los algoritmos de la derivada, solo el grupo 1 y 6 manifestaron dificultades en adquirirlos.

En la etapa de aplicación se encontró en la revisión de ideas previas con relación a las preguntas que se les formuló lo siguiente:

¿Cuáles creen ustedes que son los factores como tamaño, peso, altura, forma, color, material, textura, estado climático, entre otros, que puedan afectar la caída de un cuerpo?

Grupo 1: El Peso

Grupo 2: El Clima

Grupo 3: La Altura

Grupo 4: El Peso

Grupo 5: La Fricción Del Aire

Grupo 6: Tamaño

Es sorprendente que únicamente el grupo 4 tenga distintas posturas a las Aristotélicas, todos creen firmemente que los cuerpos caen con una velocidad proporcional a su peso y dependiendo del estado climático puede verse comprometida su velocidad pues el peso que se incorpora al cuerpo por efecto del agua cambia sensiblemente su velocidad.

Luego de la prueba de laboratorio so pena de los instrumentos que usaron y de las pocas veces que pudieron repetir la experiencia, tres grupos confirman que las posturas Aristotélicas son correctas, aunque confunden el concepto de velocidad con el de aceleración sin detenerse a meditar sobre ello.

Dado que el tiempo de intervención se agotó, se apelo a los medios virtuales para realizar tutorías con algunos grupos, y allí se aclaró inquietudes respecto algunos elementos conceptuales y algorítmicos respecto a cómo usar la segunda derivada en el cálculo de la aceleración de caída de los cuerpos elegidos. Allí se revisaron algunos escritos y se vió mucho interés por su realización.

Los resultados de todos los grupos se presentaron en el formato de artículo científico y allí se observó lo siguiente:

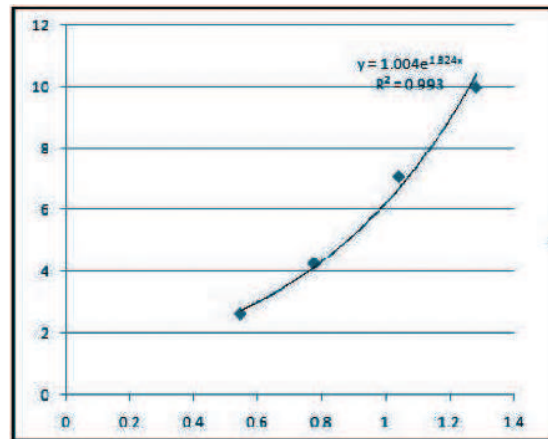


Figura 10: grafica de t vs x encontrada por el grupo 4

Esta es una de las curvas que se encontró el grupo 4, se observa que el coeficiente de correlación de las variables de tiempo y altura es bastante alejado del valor esperado, al parecer debido a deficiencias en el proceso de medición y en el número de veces en que repitieron el experimento, aun así encontraron una función no lineal lo cual es positivo pues concluyeron que no existía una proporcionalidad directa entre las variables medidas.

La mayoría de los grupos encontraron graficas similares a estas con valores para los coeficientes de correlación similares, solo el grupo 3 logró un valor aproximado. Este mismo grupo fue el único que calculó la aceleración de la caída de los cuerpos con los que experimentó, los demás lo pasaron por alto o lo hicieron mal como sucedió con el grupo 5, quienes se preocuparon por hacer una excelente disertación acerca de la obra de Galileo "Diálogos" con lo que construyeron un marco teórico que debatió una a una las hipótesis que plantearon al inicio de la experiencia. Esta disertación les permitió cambiar de postura sin necesidad de hacer la experiencia, sin embargo, los datos que este grupo tomó, fueron muy aproximados aunque hayan realizado mal los algoritmos de la derivada.

Como conclusión de la intervención y de modo resumido se tiene los siguientes resultados:

- Al final del curso sólo 3 personas no configuraron la idea de derivada o manifiestan una explicación errónea de ella.
- Solo 5 personas manifestaron no dominar los algoritmos de la derivada.
- En general, todos asocian la explicación de la caída de los cuerpos con la de Aristóteles excepto un grupo.
- Solo uno de los grupos encontró un valor aproximado de la gravedad y fue el único que uso la derivada para hacer los cálculos.
- Todos publicaron en un formato de artículo científico los resultados de medición.
- A pesar que no calcularon la aceleración de caída de los cuerpos con que

trabajaron, solo dos grupos siguieron pensando como Aristóteles.

- Estos dos grupos confundieron el concepto de aceleración con el de velocidad.
- Al finalizar el curso solo una persona reprobó y los resultados de todos en el tercer corte estuvieron en un nivel medio.
- Un grupo manifestó especial agrado por la historia de la caída de los cuerpos e hizo un análisis profundo del libro de Diálogos de Galileo en el marco teórico de su artículo.
- El tiempo no fue lo suficiente para ahondar en las dificultades particulares de cada grupo, tanto en la adquisición de algoritmos como en la experiencia de medición, a pesar de que se usaron medio virtuales para apoyar las actividades.

A MODO DE CONCLUSION

El uso de un portafolio docente para este tipo de intervención pedagógica, siguiendo a Fernández y Maiqués (2001), supone todo un giro metodológico en relación con los modelos anteriores de análisis o evaluación de la enseñanza, es un mecanismo que permite repensar cada actuación del profesor y del estudiante en un todo, dentro de las dinámicas que se dan al interior de un proceso de enseñanza/aprendizaje sin privilegiar una o la otra. Advierte sus inconvenientes y de algún modo predice una ruta para su solución, por el hecho de reflexionar constantemente sobre lo que se está haciendo y diciendo, pues logra encontrar las potencialidades de

los estudiantes y del profesor así como sus debilidades y desacuerdos.

El lado axiológico e innovador de este portafolio, en particular, tiene que ver con el uso de la historia de la ciencia, ya que su inclusión permitió abrir los espacios para la discusión y la disertación al tiempo que generó mejor disposición hacia lo que se estaba abordando, tanto así que uno de los grupos de trabajo decidió emprender la lectura de una de las obras de Galileo para ahondar en sus posturas y rebatir más las hipótesis de trabajo, permitiéndoles así abrirse a un cambio conceptual.

El hecho de poder comparar las posturas de los estudiantes con las de un científico muestra una cara de la ciencia más humana con sus errores y rectificación y no una historia de héroes y villanos, despierta el interés al tiempo que propicia la articulación entre la estrategia didáctica y la metodología abordada.

Usar esta estrategia fue recibida favorablemente por los estudiantes y máxime por los que se encontraban repitiendo el curso quienes manifestaron haber formalizado el concepto de derivada a pesar de no haber adquirido los algoritmos plenamente.

A pesar que no se obtuvo resultados favorables en todos los grupos de trabajo, se deja planteada esta estrategia como una herramienta potencial que puede explotarse más y con mejores resultados en un espacio de tiempo más prolongado.

REFERENCIAS

Fernandez, A. y Maiques, JM. (2001). La carpeta docente como herramienta de evaluación y mejora de la calidad de la enseñanza. En Evaluación de políticas educativas: VIII Congreso Nacional de Teoría de la Educación, pp 86-90

Matthews, M.R. (1991) Un lugar para la historia y la filosofía en la enseñanza de las ciencias. Comunicación, lenguaje y educación, 11-12, 141-155.

Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. Enseñanza de las Ciencias, 12, 255-277.

Navarro, V. (1983). La Historia de las Ciencias y la enseñanza, Enseñanza de las Ciencias, 1(1), pp. 50-53

Sanmartí, N. (2002). Organización y secuencia de las actividades de enseñanza/aprendizaje. Didáctica de las ciencias en la educación secundaria, 3(8): 169-196.

Shulman, L (1992). El portafolio como herramienta de análisis en experiencias de formación on-line y presenciales

<http://www.uv.es/sfp/pdi/PORTAFOLIOESTUD.pdf>

<http://edutec2004.lmi.ub.es/pdf/179.pdf>

http://www3.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_06_2/n6_02_art_rodriguez_conde.htm

<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/356/35603110.pdf>

<http://www.uprm.edu/ideal/portafolio.pdf>