

Técnicas en Informática Educativa (TIE): LaTeX y Python (herramientas para la enseñanza de las ciencias)

Autor: Javier A. Orduz-Ducuara

Educational Computing Techniques: LaTeX and Python, (Tools for Science Education)

Resumen

Se presentan algunos lenguajes de programación usados en la realización de presentaciones, documentos o simplemente como ayudas visuales para apoyar al estudiante y al profesor en la comprensión de conceptos e ideas en ciencias. Este tipo de herramientas se ajustan muy bien en la educación a distancia y, para el nivel medio y medio superior, permiten mejorar la calidad del material de enseñanza. También son muy útiles para el desarrollo del aprendizaje significativo y autónomo.

Palabras clave: educación, ciencia, tecnología, enseñanza, aprendizaje

Abstract

In this paper we present some programming languages used in presentations, documents, or simply as visual aids to support students and teachers to understand science concepts and ideas. These tools are well suited for distance education and for middle and high school levels, to improve quality of teaching material. They are also very useful for development of significant and autonomous learning.

Keywords: education, science, technology, teaching, learning

Con el ánimo de mejorar la calidad docente y la educación en la modalidad a distancia, varios autores han discutido puntos como el uso de la tecnología, el apoyo audiovisual, la redes sociales, la formación docente, además de otros tópicos, como el rol que cada actor de la educación tiene (Díaz Barriga y Hernández Rojas, 2002; Wellcome Trust Charity, 2013a; Wellcome Trust Charity, 2013b; Abell *et al.*, 2007; Fernando Flores-Camacho, 2012).

Algunos libros, artículos y *blogs* discuten el uso de tecnología en la educación, *vr. gr.*: Seaman, Jeff, 2013; Veletsianos, 2010; Sánchez Montoya, Concepción y Oviedo Castillo, Libna Elizabeth, 2011), pero no nos centraremos en esta discusión. Para el objetivo de este trabajo proponemos que los educadores tomen el reto de aprender y capacitarse constantemente para brindar una educación de vanguardia, una educación que promueva la capacitación constante debe empezar por el docente a través del aprendizaje autónomo y que impacte en el aprendizaje significativo del estudiante. En este contexto, proporcionamos algunas herramientas y ejemplos para que los actores principales de la educación en modalidad a distancia exploren la riqueza de las herramientas que exponemos en este escrito. Si bien hablaremos de LaTeX y Python, el lector puede remitirse a estas otras herramientas y manuales muy útiles para la enseñanza de las ciencias: Physion (2015; Physics simulations, 2015; Scratch, 2015; Gobierno de España. Ministerio de Educación, 2015; Orduz-Ducuar, J. A., 2015), entre otros.

Diferentes autores han discutido los modelos de estilos de aprendizaje (EstAp) y las estrategias de aprendizaje (EstrAp). Los han analizado desde variados parámetros, como características sociodemográficas, sexo y edad, entre otros (ver Gómez-Sánchez, Oviedo-Marín, y Gómez-Sánchez, 2012; Prithishkumar and Michael, 2014). En términos generales, para el objetivo de este trabajo aceptaremos la idea de que

no es viable mantener la educación a distancia con un solo estilo de aprendizaje, incluso, este documento se crea con objetivo de mostrar herramientas que permiten el uso de múltiples representaciones para la educación a distancia mediada por tecnologías de la información y de la comunicación (Waldrup and Prain, 2006; Carolan, Prain, y Waldrup, 2008). Incluso algunos autores han discutido modelos visuales que funcionen como herramientas en el proceso de aprendizaje: Copperman, Beerli, y Ben-Zvi (2007).

Aquí presentamos algunas técnicas para generar documentos de calidad para la enseñanza de las ciencias. Damos prioridad a la enseñanza a nivel medio-superior y superior donde se requieren representaciones en dos y tres dimensiones (2D y 3D) que beneficien el aprendizaje significativo y el mediado por tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) del estudiante. Este tipo de herramienta se ha desarrollado para complementar la enseñanza en disciplinas como Química, Física, Matemática e ingeniería. Las herramientas que mostramos, pueden usarse para el desarrollo de ayudas visuales, igualmente, se adaptan muy bien en diferentes modelos de estilos de aprendizaje. También promovemos el uso estratégico de las herramientas que apoyan a los docentes de ciencias.

Nos hemos arriesgado a presentar este documento de forma sencilla, incluso podría confundirse con una manual. A nuestro favor argumentamos que debido al alto grado de reprobación o deserción de las áreas de Ciencia, la motivación constante y diversificada de la información puede lograr la mejora en la educación en la modalidad a distancia mediada por tecnología. Además, esta modalidad de educación viene incrementado, tanto en oferta como en demanda y, creemos que, los docentes tiene el reto de estar informados sobre las nuevas tecnologías.

Esperamos que los ejemplos expuestos en este trabajo funcionen en las clases de ciencias de los niveles medio y medio-superior en las mo-

dalidades educación a distancia y presencial para que el discente y el tutor (profesor) desarrollen el aprendizaje por descubrimiento. Asimismo, motivamos a los docentes en la modalidad a distancia, y de la modalidad presencial, en el nivel medio y medio-superior, que apliquen este tipo de ejemplos usando los diferentes EstAp y las EstrAp, con el fin de mostrar diferentes representaciones de algún fenómeno natural.

Este documento se ha dividido de la siguiente forma: en la sección 2 compartimos información sobre el sistema LaTeX, y en la sección 3 describimos el lenguaje de programación Python; en estas secciones damos las definiciones y algunos ejemplos que el usuario podría copiar y pegar en un archivo de texto. En la sección 4 justificamos los ejemplos (el *software*) mostrados en este documento como herramientas para el aula virtual en la educación de las ciencias, en el uso de representaciones múltiples. Finalmente, en la sección 5 compartimos nuestras conclusiones.

¿QUÉ ES LATEX?

Es un sistema de composición de documentos con alta calidad tipográfica. Este sistema (a veces llamado *software*) es muy usado en ciencias básicas, pues permite realizar reportes, artículos, presentaciones, carteles y otros documentos útiles para reportar investigaciones. Vamos a exponer brevemente cómo instalar LaTeX en dos sistemas operativos (SO) (pero existe para otros SO):

- Para instalar LaTeX en Windows debemos ir al sitio oficial de MiKTeX (112015Miktex-Miktex) y descargar el instalador. La versión completa puede tardar unos minutos; podemos instalar una versión ligera, o incluso existe una versión portable.
- Para instalar LaTeX en Linux debemos ir al

centro de *software* o escribe en una terminal `sudo apt-get install texlive-full` y... ¡listo! Ya podemos crear nuestros documentos.

¿Cómo creamos un documento?

Creamos un archivo de texto; ejemplo: "mi-primer.tex"

```
\documentclass{article}

\begin{document}
\section{Esta es una secci\on}
Esta es una secci\on.
\subsection{Esta es una subsecci\on}
Esta es un subsecci\on.
```

De esta forma se escribe una ecuaci\on:

```
\begin{equation}
y = ax^2 + bx + c
\end{equation}
```

```
\end{document}
```

A todo lo que se encuentra arriba de:

```
\begin{document}
```

se le llama: preámbulo. Nótese la forma de colocar las tildes en este lenguaje:

```
\
```

De manera similiar se escribe la diéresis¹:

```
\u
```

Como primer ejercicio podemos copiar y pegar las líneas anteriores en archivo texto y ejecutarlo (lo cual depende del editor de texto, en la mayoría lo podemos hacer con un clic, ver TeXworks (2015)). Luego, podemos cambiar la

¹ Para obtener las comillas se debe teclear shift+2, en la mayoría de los teclados

palabra article por letter, report y/o book, y observar lo que sucede.

También podemos descargar algunos archivos creados en LaTeX y modificarlos, para esto, vamos a la página Sharelatex (2015) y descargamos los llamados “*templates*” o plantillas. En este sitio encontramos:

- Cartas
- Exámenes
- Libros
- Tesis
- Reportes
- Presentaciones

Precisamente, en la siguiente parte mostraremos cómo crear una presentación.

¿Cómo creamos una presentación?

Para crear una presentación debemos:

1. Introducir en el preámbulo datos como:

```
\documentclass{powerdot}
\title{Este es el título}
\author{Escribe tu nombre}
\date{\today}
```

2. Agregar al inicio de cada diapositiva

```
\begin{slide}{Título de la diapositiva}
```

3. Agregar al final de cada diapositiva

```
\end{slide}
```

De una forma sencilla, mostramos un ejemplo en las siguientes líneas:

```
\documentclass[
style = sailor, % el tema (hay varios)
size = 14pt, % el tamaño de la fuente
display = slides, % Muestra slides
mode = present, % genera la presentación
]{powerdot}
```

```
\title{Este es el título}
\author{Escribe tu nombre}
\date{\today}
```

```
\begin{document}
```

```
\maketitle
```

```
\begin{slide}{mi primera diapositiva}
```

La primera diapositiva

```
\end{slide}
```

```
\end{document}
```

Notemos que en las líneas anteriores aparece el símbolo %. Este símbolo en LaTeX se usa para colocar comentarios en el archivo de texto y que no aparezcan en el documento final. Podemos realizar algunos ejercicios: a) cambiemos la palabra *sailor* por simple, *fyma*, *horatio*, entre otros; b) agreguemos otra diapositiva con nuevo contenido, y c) cambiemos el tamaño de letra.

En el sitio Sharelatex (2015) encontramos otras opciones. LaTeX es una herramienta muy útil en ciencias, la calidad visual que brinda a las presentaciones es muy alta.

Ejemplos en Química, Física y Matemáticas.

Recientemente, la oferta de cursos en línea creados con diferente *software* ha aumentado, vamos a mostrar algunos ejemplos que se pueden aplicar en los cursos de ciencias y compartirse a través de los medios de comunicación sincrónicos y asincrónicos. En las clases de Química, las presentaciones o documentos requieren la representación de moléculas de la forma (*figura 1*).

La *figura 1* se obtuvo con las siguientes líneas que aparecen en el apéndice A.

Figura 1. Diseño de la molécula de cafeína en LaTeX.

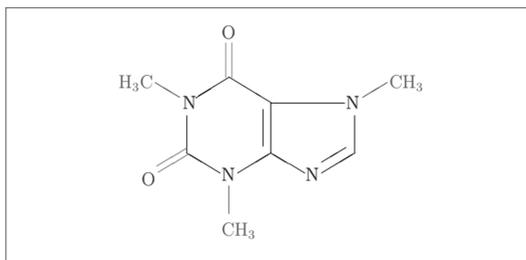
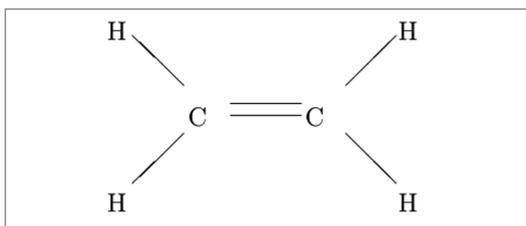


Figura 2. Diseño de la molécula de etileno en LaTeX.



Vamos a dar otro ejemplo; otros se pueden encontrar en documentación del paquete xymttx (132015Paquete xymttxPaquete xymttx).

En la *figura 2* mostramos la representación de la molécula de etileno (el código para obtener esta molécula se puede obtener en el apéndice B)

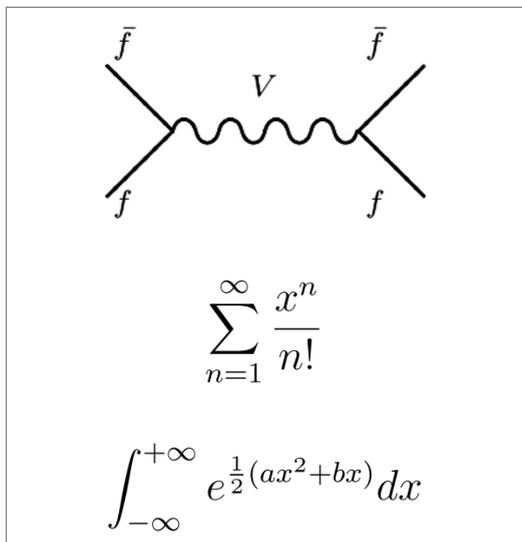
Ya hemos dado dos ejemplos para representar moléculas usando LaTeX, incluso, con el segundo ejemplo mostramos la sencillez de usar este lenguaje de programación.

Vamos usar LaTeX para mostrar algunas representaciones que se usan en física de altas energías (FAE). En FAE se usa la técnica de diagramas de Feynmann para simplificar las reglas de cálculo², la representación de un proceso de colisión de dos partículas se representa con diagramas como el mostrado en la *figura 3*.

Para cerrar este apartado compartimos algunos ejemplos para usarse en las clases de matemáticas.

² No entraremos en detalles técnicos ni definiciones, que complicarían el contenido de este escrito.

Figura 3. Representación de un proceso de colisión en Física de partículas.



Las letras que aparecen las podemos pensar como etiquetas y omitiremos detalles técnicos. El código para generar este diagrama se puede encontrar en el apéndice C.

Las líneas que se deben introducir para obtener las ecuaciones se hallan en el apéndice D.

En la siguiente sección damos algunos puntos a favor de Python, un lenguaje de programación que es muy usado en diferentes áreas y que se puede implementar en la educación.

¿QUÉ ES PYTHON?

Python es un lenguaje de programación lanzado en 1991, técnicamente, es un *lenguaje multiplataforma*: se puede usar en los diferentes sistemas operativos (SO).

Es un lenguaje multiparadigma: soporta programación orientada a objetos (POO), un objeto se identifica y se define por sí mismo; soporta programación imperativa, este lenguaje es un conjunto de instrucciones que le indican a la

máquina cómo realizar una tarea; soporta programación declarativa, es decir, permite el uso de funciones aritméticas.

Tiene diferentes módulos: este lenguaje es muy atractivo para realizar programación científica, incluso, el experimento CMS³ del CERN⁴ ha desarrollado parte del *software* para el análisis de datos en C++ y Python.

Python es un *lenguaje interpretado*, es decir, está diseñado para ejecutarse por medio de un intérprete (algunas veces se le conoce como lenguaje de script). Este lenguaje de programación tiene otras características, pero no nos extenderemos por el momento, otros temas pueden verse en Downey (2009) y Guttag (2013).

Para instalar Python debemos ir al sitio oficial Python (2015) y descargar el instalador; en unos minutos tenemos Python en nuestra computadora. Para crear el primer archivo en Python, abrimos un editor de texto y escribimos la siguiente línea:

```
print "Hola mundo"
```

Posteriormente, ejecutamos el archivo y veremos en pantalla el resultado de nuestro primer archivo en Python.

A diferencia de otros lenguajes de programación Python facilita la comprensión del código. Una de las herramientas que incorpora a Python es el módulo *Visual Python*, este módulo permite crear animaciones y simulaciones interactivas en 3D; incluso existe documentación de un proyecto (ver Proyecto Phythones, 2015) para crear simulaciones de Física. En esta sección realizaremos un ejemplo sencillo, pero debido a que estamos en un documento plano muestra-

remos una serie de imágenes (*figura 4*) que, en secuencia, forman la simulación deseada.

Pocos lenguajes de programación vienen ganando seguidores como lo ha hecho Python. Muchos seguidores son científicos, divulgadores y educadores que encuentran en este lenguaje de programación una gran herramienta. Esta herramienta es usado en diferentes áreas, casos de:

- En intercambio de información.
- En animación.
- En pruebas de *hardware*.
- En la ciencia (CERN, NASA, Fermilab), en la milicia, entre otros.

En las siguientes subsección mencionaremos como podemos usar Python y LaTeX para la enseñanza en las ciencias.

LaTeX y Python

En ciencias es muy frecuente el uso de funciones para estudiar algún comportamiento o describir fenómenos. En esta sección mostramos una forma de realizar gráficas, mediante usos de LaTeX y Python. El proyecto LaTeX ha creado un paquete para llamar Python desde un archivo de texto plano:

1. Llamando en el preámbulo el paquete con el comando:

```
\usepackage{python}
```

2. Y usando el ambiente para Python en el texto, esto es:

```
\begin{python}
```

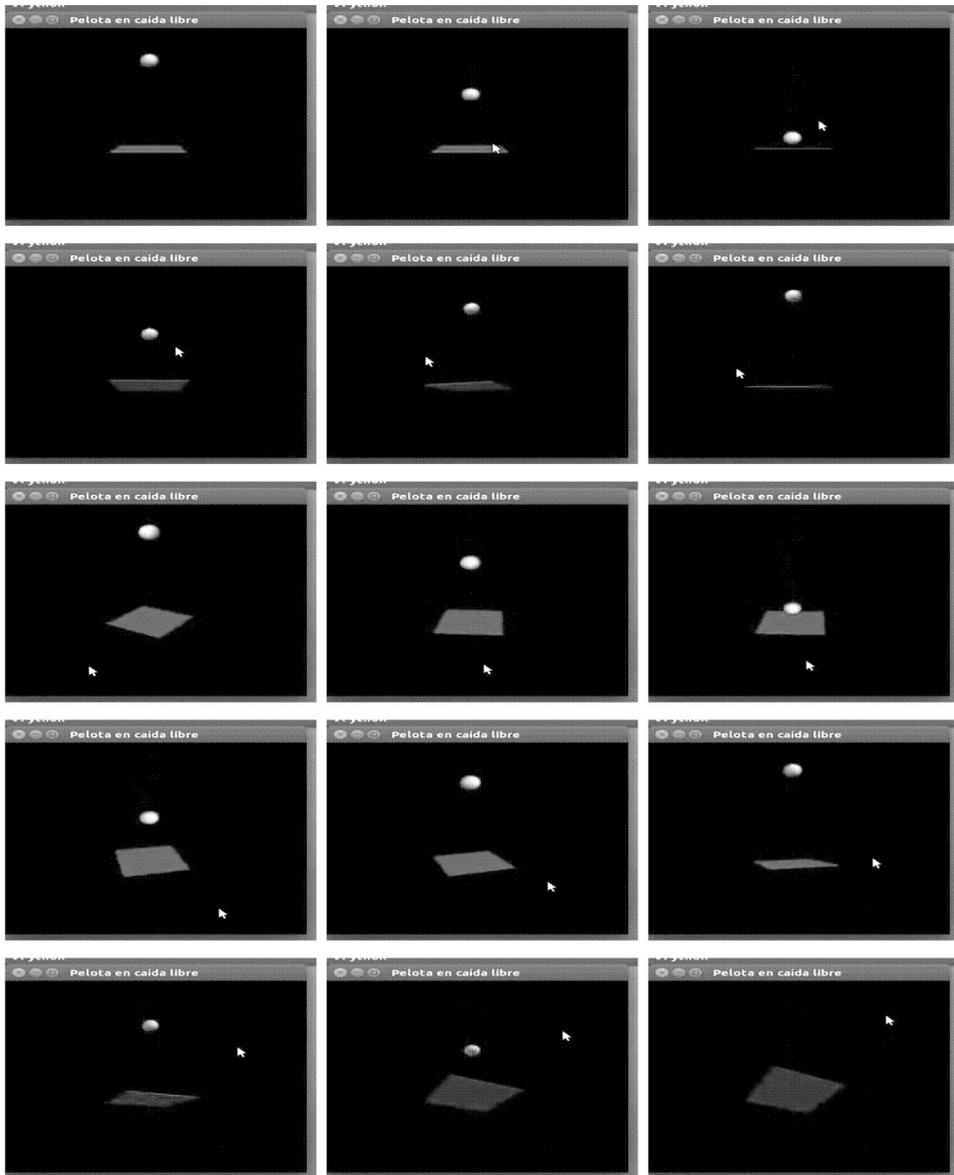
```
\end{python}
```

Entonces podemos crear un documento en LaTeX que contenga Python, con resultados funcionales. Veamos un ejemplo en el que graficamos unas funciones (*figura 5*).

³ Sigla en inglés para Compact Muon Solenoide.

⁴ Sigla en francés del laboratorio de Física de altas energías, que se encuentra en la frontera franco-suiza.

Figura 4. Animación creada con Visual Python.

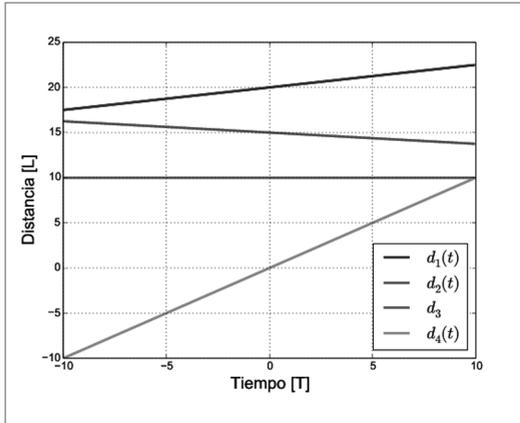


Con la secuencia de estas imágenes, que se inicia en la esquina superior izquierda hacia la derecha en sentido horizontal, y con regreso a la izquierda, para barrer la siguiente línea horizontal de imágenes, mostramos una animación creada con Visual Python. Esta secuencia muestra la caída de una pelota, mientras que con el botón derecho del ratón podemos explorar el objeto en el espacio tridimensional.

En ciencias, una gráfica es una representación de un fenómeno, donde se usan algunas variables que se relacionan entre ellas; además, este tipo de representaciones son de mucha ayuda para la explicación de conceptos e ideas.

REPRESENTACIONES MÚLTIPLES

Figura 5. Distancia recorrida por un cuerpo en función del tiempo.



Funciones obtenidas en LaTeX, con uso de Python. Mostramos la distancia recorrida por un cuerpo en función del tiempo. Funciones obtenidas en LaTeX, con uso de Python. El código para obtener esta figura se localiza en el apéndice F.

Antes de discutir sobre el uso de representaciones múltiples, vamos a exponer algunas teorías sobre modelos de estilos de aprendizaje (EstAp) y estilos de aprendizaje (EstrAp) (figura 6).

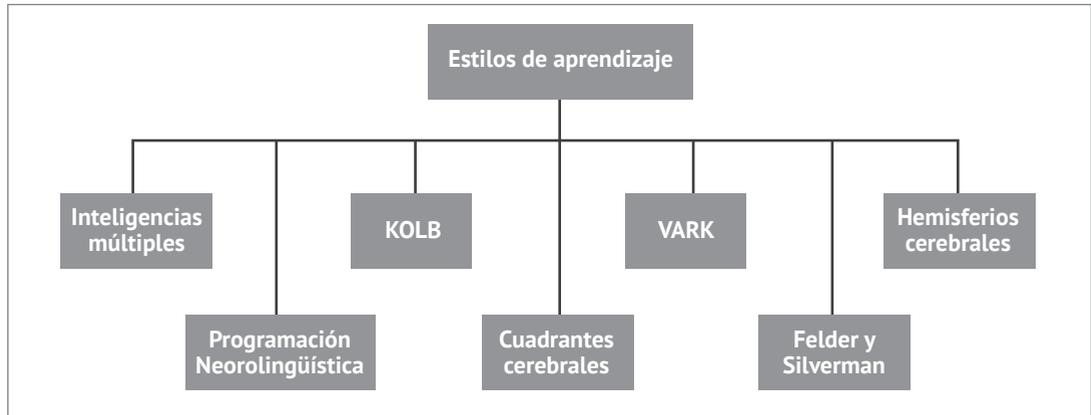
Se han desarrollado diferentes modelos de EstAp, hemos tomado algunos y los mostramos en el diagrama de la figura 6.

- Cuadrantes cerebrales: los cuatro cuadrantes representan cuatro formas distintas de operar, pensar, crear, aprender y, en suma, de convivir con el mundo.

- Felder & Silverman clasifican a los estudiantes en cinco grupos:
 - a. Sensitivos, intuitivos;
 - b. Visuales, verbales;
 - c. Activos, reflexivos;
 - d. Secuenciales, globales;
 - e. Inductivo, deductivo.
- Programación neurolingüística: los individuos representan la información de diferentes formas: visual-auditivo-kinésico, También llamado VARK.
- Inteligencias múltiples (IM) inició con un grupo de siete (IM), ahora en 2015 van nueve; mientras Gardner (el creador del modelo) dice que pueden ser más.
- VARK: en este estilo se habla de preferencias sensoriales, las personas reciben información a través de los sentidos (Prithishkumar y Michael, 2014):
 - V=visual
 - A=uditivo
 - R=Leer (*read*, en inglés)
 - K=quinésico o kinésico (*kinesthetic*, en inglés) (Poyatos (1994, 139)).
- KOLB: El aprendizaje óptimo es el resultado de trabajar la información en cuatro fases (cíclicas): –Actuar, –Reflexionar,–Teorizar, –Experimentar.
- Hemisferios cerebrales:
 - f. Hemisferio izquierdo, especializado en el manejo de los símbolos de cualquier tipo: lenguaje, álgebra, símbolos químicos, partituras musicales; es analítico y lineal. Procede de forma lógica.
 - g. Hemisferio derecho, efectivo en la percepción del espacio, es más global, sintético e intuitivo, imaginativo y emocional.

Ahora hagamos una revisión breve sobre algunas EstrAp (figura 7):

Figura 6. Mostramos algunos EstrAp.



Fuente: (DGB, 2004; Tecnológico de Monterrey, 2015).

- Aprendizaje multisensorial: considera, además de los cinco sentidos, los sistemas cinestésicos, vestibular y visceral, que controlan las sensaciones internas.
- Fantasía: promueve el desarrollo de esta habilidad para que el individuo asimile y use la información que parece inaccesible.
- Experiencia directa: esta estrategia promueve el aprendizaje experimental.
- Pensamiento visual: el maestro es pilar, debe mostrar con el ejemplo cómo se puede aprender a través de diferentes representaciones gráficas.
- Metáfora: esta estrategia se basa en reconocer conexiones entre dos partes que no parecen relacionarse. Implica el funcionamiento de los dos hemisferios del cerebro.

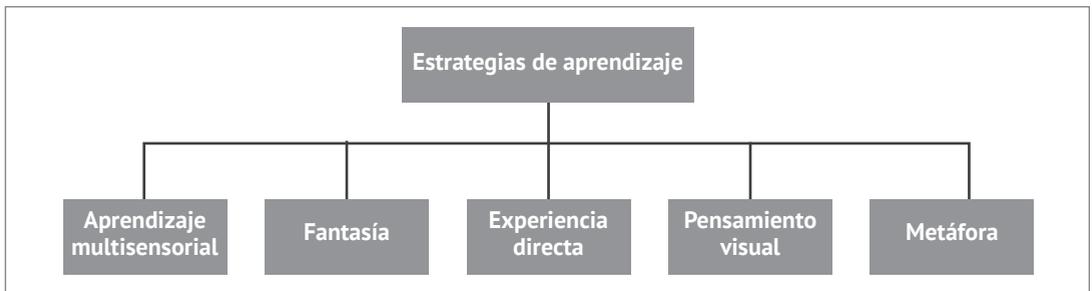
Se han realizado trabajos a favor del uso del modelo multipresentacional, o representaciones múltiples, en la enseñanza de las ciencias (ver, por ejemplo, Tytler *et al.* 2013; Carolan, Prain, y Waldrip, 2008; Waldrip y Prain, 2006). Este tipo de modelos han sido construidos con el ánimo de ayudar al estudiante en el entendimiento de los conceptos relacionados con la ciencia.

Para resumir, en este documento hemos mostrado algunos ejemplos de *software* usado en ciencias para realizar investigación de vanguardia, que podemos aplicar en la enseñanza de las ciencias para utilizar representaciones múltiples en la enseñanza de la Física. Vamos a pensar en un fenómeno físico en el que un objeto se mueve con velocidad constante, el objeto inició en la posición inicial x_i . En las figuras 8 y 9 mostramos el ejemplo de las representaciones.

En la figura 8 mostramos la representación gráfica de un objeto que se mueve con velocidad constante, y en la figura 9 evidenciamos la representación matemática del objeto con la descripción de cada término.

- Mostrar los ejemplos visualmente definidos y de alta calidad.
- Alcanzar diferentes EstAp. Esto beneficia a la población del nivel medio y medio-superior, en el aprendizaje de las ciencias.
- Usar diferentes EstrAp, este tipo de herramienta motiva la creatividad del docente. Incluso, el docente puede descubrir nuevas formas de construir el proceso enseñanza-aprendizaje.

Figura 7. Mostramos algunos EstrAp.



Fuente: (Mnl-EstApre:2004, VARK:2015).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Hemos presentado algunas herramientas que se pueden usar en la enseñanza de las ciencias. Este tipo de *software* se usa en investigación de vanguardia, algunos estudios científicos toman esta tecnología como herramienta en los laboratorios más avanzados. El uso adecuado de la tecnología en la enseñanza puede ayudar al estudiante en el aprendizaje significativo, aprendizaje mediado por TIC, autónomo, memorístico, entre otros. Esta tecnología se puede incluir en la educación a distancia como apoyo en el material de ciencias, todo esto debido a la versatilidad asociada con la herramienta. Sin embargo, el docente debe invertir en tiempo y enfrentarse con el reto de usar nuevas herramientas; motivamos a los docentes del nivel medio y medio-superior para que inviertan e incluyan esta tecnología en las clases de ciencias de la educación a distancia. Como parte de la motivación hemos colocado el código de los ejemplos al final de este documento (apéndices) con el código para usarlo en un archivo de texto.

Tecnología del tipo mostrado en este trabajo, no se ha incluido en la educación de las ciencias a distancia en nivel medio y medio-superior, por lo que no hemos mostrado resultados de este tipo, aunque una segunda parte de este escrito podría incluir resultados de este estilo, cuando

entre en marcha un laboratorio virtual que desarrolla la UNAM, llamado “Yeyecoa: laboratorio virtual de física”. El proyecto Yeyecoa incluye la tecnología mostrada en este escrito, y alguna más avanzada.

Algunos comentarios finales. Ubicamos que algunos procesadores de texto, como LaTeX, son muy útiles, versátiles y facilitan las expresiones que en ciencias son muy frecuentes. Los documentos de texto, presentaciones y carteles se realizan de forma sencilla. Por otro lado, Python es una herramienta demasiado útil, que gana muchos seguidores, y que se usa en diferentes áreas. Además, encontramos que LaTeX y Python se pueden incluir en un solo archivo de texto sin complicaciones y los resultados son muy buenos.

En estos momentos tenemos diferente *software* para usar en la realización de documentos, presentaciones, investigaciones y estudios científicos. El uso de estas herramientas tecnológicas podrían ayudarnos a desarrollar estrategias para mejorar el proceso enseñanza-aprendizaje en ciencias en la educación a distancia.

ANEXOS

A. Molécula de cafeína

Figura 8. Distancia recorrida por un cuerpo en función del tiempo, representación gráfica.

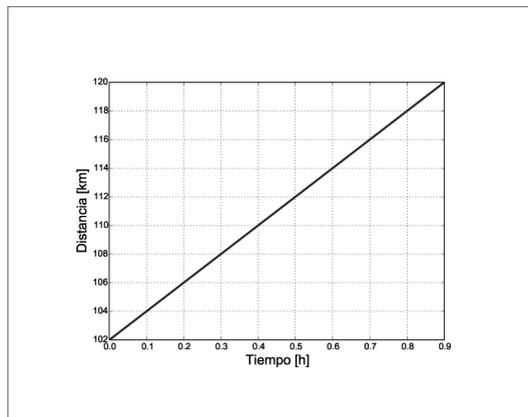
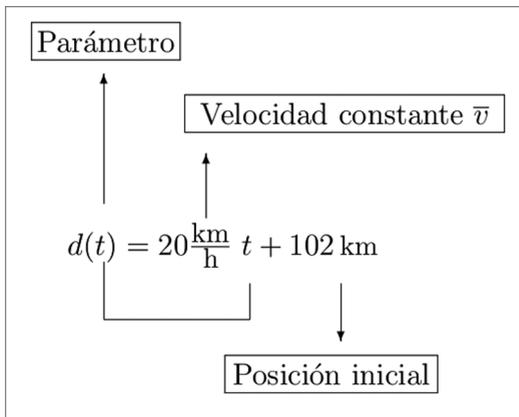


Figura 9. Ecuación: representación matemática.



Para mostrar la molécula de cafeína debes tomar este código y copiarlo en una archivo de texto.

```
%\usepackage{xymttx}
```

```
\nonaheterov[a]
{
1==\bluex{N};
3==\bluex{N};
5==\bluex{N};
7==\bluex{N}
}
{
3==\addbscolor{\red}{\gray{CH$_3$}};
4D==\addbscolor{\green}{\redx{O}};
5==\addbscolor{\red}{\gray{H$_3$C}};
6D==\addbscolor{\green}{\redx{O}};
7==\addbscolor{\red}{\gray{CH$_3$}}
}
```

La línea comentada debe ir en el preámbulo, es decir, antes de escribir:

```
\begin{document}
```

B. Molécula de etileno

```
%\usepackage{xymttx}
```

```
\ethylene{1==C;2==C}{1==H;2==H;3==H;4==H}
```

La línea comentada debe ir en el preámbulo.

C. Diagrama de Feynmann: representación de un choque de partículas

A continuación compartimos el código para obtener el diagrama de Feynmann de la figura 3:

```
%\usepackage{feyn}

\begin{eqnarray}
\Diagram{
![[lft]{fd}{\vertexlabel^{\bar{f}}}}
&&&&
![[lft]{fu}{\vertexlabel^{\bar{f}}}}\ \
&&
![[top]{g}{\vertexlabel^{\vertexlabel^{\bar{V}}}}![[top]{g}}
}
&&\ \
![[lft]{fu}{\vertexlabel_{f}}
&&&&
![[lft]{fd}{\vertexlabel_{f}}}\ \
}\nonumber
\end{eqnarray}
```

D. Matemática: escribiendo ecuaciones

A continuación mostraremos el código para obtener ecuaciones en LaTeX.

```
\begin{equation}
\sum_{n=1}^{\infty} \frac{x^n}{n!}
\end{equation}
```

y

```
\begin{equation}
\int_{-\infty}^{+\infty} e^{\frac{1}{2}(ax^2 + bx)} dx
\end{equation}
```

E. Simulación: usando Python en LATEX

Mostramos el código para obtener la simulación que se muestra en la *figura 4*

```
# -*- coding: utf-8 -*-
# Importamos el módulo.
from visual import *
# Damos propiedades a la ventana
scene.title="Pelota en cada libre"
scene.height = scene.width = 350
scene.center = (0.8,3.4,0)
# Definimos constantes: aceleración del campo
gravitacional.
grav=vector(0,-9.8,0)
# creamos una esfera con atributos posición,
radio y color.
ball=sphere(pos = vector(0,20,0), radius = 1.1, color
= color.green)
# creamos una superficie (mesa) con atributos
tamaño, posición y color.
floor=box(size=(8,0.1,8), pos=(0,-1,0),color=color.
red)
# asignamos un vector velocidad a la esfera.
ball.vel=vector(0,0,0)
# asignamos un valor inicial para el parámetro
temporal, t.
t=0
# asignamos un valor para cada intervalo de
tiempo.
dt=0.05
```

```
# realizamos un bucle sobre el parámetro tem-
poral.
while t < 30:
# Bucle sobre las ecuaciones que
# contienen el parámetro temporal (4 espacios)..
ball.vel+=grav*dt
ball.pos+=ball.vel*dt
# Condicional (dentro del bucle) sobre la posi. de
la pelota.
if ball.pos.y<0:
ball.vel*=-1
ball.pos.y=0
rate(35)
```

F. Gráficas usando Python en LaTeX

Mostramos el código para obtener la gráfica que se muestra en la *figura 5*:

```
\documentclass{article}
\usepackage{graphicx}
\usepackage{python}

\begin{document}

\begin{figure}[H]\centering
\begin{python}
import matplotlib.path as mpath
import matplotlib.patches as mpatches
import matplotlib.pyplot as plt
from pylab import *
from matplotlib.path import Path
import matplotlib.patches as patches

t = arange(-10, 10, 0.1)

l1 = 20. + t * 0.25
l2 = 15. - t * 0.125
l3 = 10 + 0.0*t
l4 = 1.0*t
plot(t, l1, lw=2.5, label = "$d_1(t)$")
plot(t, l2, lw=2.5, label = "$d_2(t)$")
plot(t, l3, lw=2.5, label = "$d_3(t)$")
plot(t, l4, lw=2.5, label = "$d_4(t)$")

xlabel("Tiempo [T];fontsize=18)
ylabel("Distancia [L];fontsize=18)
legend(loc=4,fontsize=18)
```

```

grid(True)
savefig("function.pdf")
print r"\includegraphics[scale=0.5]{function}"

# Este es un comentario

\end{python}
\caption{\label{fig-sin-trigon}}
Mostramos la distancia recorrida por un cuerpo en
funci\on del
tiempo. Funciones obtenidas en {\LaTeX}, usando
Python.}
\end{figure}

\end{document}

```

Nótese que dentro del ambiente Python, los comentarios se inician con el símbolo #. Para compilar un archivo de texto con LaTeX que contiene Python, debemos ejecutar el comando:

```
pdflatex -shell-escape nombre-archivo.tex
```

Referencias

- Abell, S. K., Lederman, N.G., Mahwah, N.J. y Erlbaum, L. (eds.). (2007). *Handbook of Research on Science Education*. Vol. I. Routledge. Taylor & Francis Group.
- Carolan, Jim; Vaughan Prain, y Bruce Waldrip (2008). "Using Representations for Teaching and Learning in Science." *Teaching Science* 54 (1): 18–23.
- Copperman, Elana; Catriel Beeri, y Nava Ben-Zvi (2007). "Visual Modelling of Learning Processes." *Innovations in Education and Teaching International* 44 (3): 257–272. <http://pbidi.unam.mx:8080/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ771218&lang=es&site=eds-live>.
- DGB, DCA (2004). "Manual de estilos de aprendizaje".
- Díaz Barriga, A. F., y G. Hernández Rojas (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Downey, Allen B. (2009). *Python for Software Design: How to think like a Computer Scientist*. 1st ed. New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Fernando Flores-Camacho, et al. (2012). *La enseñanza de la Ciencia en la educación básica en México*. Primera edición. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Gobierno de España. Ministerio de Educación (2015). "Proyecto Arquímedes". <http://recursos-tic.educacion.es/ciencias/arquimedes2/web/>.
- Gómez-Sánchez, D.; R. Oviedo-Marín, y H. Gómez-Sánchez A. López-Gama (2012). "Estilos de aprendizaje en los estudiantes universitarios con base en el modelo de Hemisferios Cerebrales". *Revista Académica de Investigación* (11): 23. <http://www.eumed.net/rev/tlatemoani/11/hemisferios-cerebrales.pdf>.
- Guttag, J. (2013). *Introduction to Computation and Programming Using Python*. MIT Press. http://books.google.com.ng/books?id=19_CNAEA-CAAJ.
- Miktex (2015). <http://miktex.org/download>.
- Orduz-Ducuará, J. A. (2015). "Colleaders." <https://colleaders.wordpress.com/>.
- Paquete Xymtex (2015). <http://ctan.org/pkg/xymtex>.
- Physics simulations (2015). <http://www.myphysics-lab.com/>.
- Physion (2015). <http://physion.net/>.
- Poyatos, F. (1994). *La comunicación no verbal: cultura, lenguaje y conversación*. Biblioteca Española de Lingüística y Filología. Istmo. https://books.google.com.mx/books?id=t_dIBNQ63A0C.
- Prithishkumar, I. J., y S. A. Michael (2014). "Understanding Your Student: Using the VARK Model." *Journal Of Postgraduate Medicine* 60 (2): 183–186. <http://pbidi.unam.mx:8080/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edswsc&AN=000336459500019&lang=es&site=eds-live>.

- Proyecto Phythones (2015). <http://vpython.org/>.
- Python (2015). <https://www.python.org/>.
- Sánchez Montoya, Concepción y Oviedo Castillo, Lina Elizabeth (2011). “Aprendamos con Tecnologías Educativas MOODLE. Una experiencia de capacitación”. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*.
- Scratch (2015). <https://scratch.mit.edu/>.
- Seaman, Jeff (2013). “Social Media for Teaching and Learning.” <http://www.pearsonlearningsolutions.com/assets/downloads/reports/social-media-for-teaching-and-learning-2013-report.pdf>.
- Sharelatex (2015). <https://es.sharelatex.com/templates>.
- Tecnológico de Monterrey. 2015. “Modelo VARK: Sistemas de Representación.” http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/cep21-modular/modulo_2/modelo_vark.htm.
- TeXworks (2015). <https://www.tug.org/texworks/>.
- Tytler, R., V. Prain, P. Hubber, y B. Waldrup (2013). *Constructing Representations to Learn in Science*. Sense Publishers. <https://books.google.com.mx/books?id=xtbTmQEACAAJ>.
- Veletsianos, George (2010). *Emerging Technologies in Distance Education (Issues in Distance Education)*. UBC Press.
- Waldrup, Bruce, and Vaughan Prain (2006). “Changing Representations to Learn Primary Science Concepts.” *Teaching Science: The Journal of the Australian Science Teachers Association* 52 (4): 17–21.
- Wellcome Trust Charity. (2013a). “Perspectives on Education Primary Science.” <http://www.wellcome.ac.uk/About-us/Publications/Reports/Education/Perspectives/index.htm>.
- Wellcome Trust Charity. (2013b). “Perspectives on Education: Effects from accountabilities”. <http://www.wellcome.ac.uk/About-us/Publications/Reports/Education/Perspectives/index.htm>.

AGRADECIMIENTOS

Este documento se realiza gracias al programa de becas posdoctorales en la UNAM, Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (CUAED), y la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA).

AUTOR

Javier A. Orduz-Ducua

Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia,
 Universidad Nacional Autónoma de México
javier_orduz@cuaed.unam.mx