

LAS CLASES PRÁCTICAS DE FÍSICA GENERAL COMO TALLERES DE APRENDIZAJE PARA ESTUDIANTES DE INGENIERÍA

METODOLOGÍA DINÁMICA DE APRENDIZAJE

AUTORES: César Mesa Navarro¹

José Raúl Díaz López²

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: cmesa@uo.edu.cu

Fecha de recepción: 29 - 09 - 2017

Fecha de aceptación: 13 - 11 - 2017

RESUMEN

Las clases prácticas de Física General tradicionalmente se han utilizado para que los estudiantes adquieran las habilidades necesarias para resolver problemas, pero no siempre se logra garantizar el cumplimiento de esta parte de la formación. Los autores proponen una nueva forma de hacerlo que se aplica desde 2010, convirtiendo este tipo de clases en "talleres de aprendizaje". En el trabajo se muestran los resultados tendenciales de su aplicación durante dos cursos con estudiantes de 2º año de la carrera de Ingeniería Biomédica. Además, se propone una metodología dinámica de aprendizaje, donde se establecen las relaciones de influencias entre las variables principales para modelar este proceso.

PALABRAS CLAVE: método pedagógico; taller de aprendizaje; clases prácticas de Física General; metodología dinámica de aprendizaje

PRACTICAL CLASSES OF GENERAL PHYSICS HOW LEARNING SHOPS FOR ENGINEERING STUDENTS

ABSTRACT

Practical classes of General Physics traditionally have been used so that the students acquire the skills necessary to solve problems, but he is not always achieved to ensure compliance with this part of the training. The authors propose a new way of doing it which is applied from 2010, becoming "learning

¹ Máster en Ciencias de la Educación Superior. Jefe del Departamento de Física Aplicada. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Oriente. Con más de 38 años de experiencia en la enseñanza de la Física Universitaria.

² Doctor en Ciencias Técnicas, Profesor Titular Consultante, imparte docencia de Física General para las carreras de ingeniería en el Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Oriente, con 45 años de experiencia. Tiene numerosas publicaciones y ponencias presentadas a eventos internacionales en Cuba y el extranjero sobre la innovación tecnológica y sistemas de generación de electricidad solar fotovoltaica. Realizó una estancia posdoctoral en el Royal Institute of Technology (KTH, Estocolmo, Suecia) y ha participado en varios proyectos y conferencias internacionales CYTED sobre utilización de fuentes renovables de energía. Impartió una conferencia magistral en la Universidad Autónoma de Puebla en el marco del V Congreso Internacional de Ingeniería Industrial en octubre de 2007, sobre el enfoque sistémico de la modelación para la gestión de procesos. jrdiaz@uo.edu.cu

shops" this kind of classes. At work the trend results of its application are displayed during two courses with students of 2nd year of Biomedical Engineering career. Furthermore, the dynamic learning methodology management, establishing relations of influences between the main variables to model this process.

KEYWORDS: teaching method; learning workshops; practical classes of General Physics; dynamic learning methodology.

INTRODUCCIÓN

La formación de profesionales cada vez más competentes, que les permita su inserción a las nuevas exigencias del desarrollo científico técnico, precisa de la disciplina Física General un aporte significativo en el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería.

Para el logro de esta meta se necesita incursionar con nuevas formas de enseñanza que activen este proceso.

Históricamente la enseñanza de esta disciplina para carreras de ingenierías, en el contexto de las clases prácticas los estudiantes “resuelven”, como máximo, dos problemas, uno en cada turno lectivo. Luego se orientaba un número de problemas propuestos para su estudio independiente, pero este proceder, a criterio de los autores, no garantiza ni permite comprobar objetivamente el aprendizaje y sistematización de los contenidos (conocimientos y habilidades) que debían formarse.

Con la introducción como texto básico del libro “Física Universitaria“ Sears, F.W. (2008), y aprovechando su *estructura didáctica* en la manera de organizar la preparación práctica donde se aplican los contenidos de los diferentes temas tratados, se comenzó a aplicar en el curso 2009-21010 la nueva propuesta de clases prácticas en la Asignatura de Física Cuántica. Luego se ha aplicado de manera ininterrumpida desde el curso 2012-2013 hasta la fecha.

El objetivo de este artículo es brindar el análisis de los resultados tendenciales obtenidos durante la aplicación del nuevo método de realización de las *clases prácticas* y mostrar la primera aproximación de la *metodología dinámica de aprendizaje*.

DESARROLLO

Para esta investigación se asume la teoría de Aprendizaje Significativo de Ausubel; Rodríguez, M^a [et al] (2008).

“El aprendizaje significativo es el proceso según el cual se relaciona un nuevo conocimiento o una nueva información con la estructura cognitiva de la persona que se aprende de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje” Ausubel, D.P. (1976).

Los autores asumen esta definición desde la perspectiva transformadora que debe provocar el proceso de aprendizaje de los estudiantes universitarios, en particular de los estudiantes de ingeniería.

Las clases deben convertirse en un escenario donde los estudiantes deben asistir con el propósito de confrontar y compartir los contenidos “aprendidos” de manera independiente o en colectivo durante su preparación previa, de manera que puedan relacionarlos y a la vez interiorizarlos en franco debate abierto, tratando siempre de darle significado y sentido a todas las ideas expresadas desde la “solución” de problemas.

Para poder lograr lo antes expresado debe existir un aspecto, que, para juicio de los autores, es imprescindible para toda obra humana, la motivación vital por el aprender de manera *consciente y activa*, por el interés del contenido que se le ofrece para su formación, además de *disfrutarlo* y utilizarlo en su aplicación “*creadora*”. En otras palabras, el *aprendizaje* se debe convertir en un “*proceso relevante*”.

Aprendizaje relevante: “Aquel tipo de aprendizaje significativo que por su sentido e importancia para el individuo provoca inestabilidad cognitiva, conflicto cognitivo, duda e interrogación, porque les hace repensar sus esquemas clásicos de interpretación al darse cuenta de que son insuficientes y le hace abrirse a la posibilidad de construir nuevos esquemas de interpretación de la realidad que son y que incluyen conocimientos, habilidades, actitudes y comportamientos en parte nuevos” Pérez Gómez, A. (2006)

Lo dicho anteriormente sustenta la tesis de que las clases prácticas de Física General constituyen un espacio pedagógico idóneo para el aprendizaje significativo, lo cual cobra una especial trascendencia en el contexto de la formación en ingeniería.

No obstante, se considera falta mucho por transitar para el logro *eficiente y eficaz* de estos métodos que contribuyen al aprendizaje activo, pero se van dando pasos seguros en pos de conseguir ese objetivo trascendental.

Estas afirmaciones quedan más que claras cuando se analizan detenidamente a la luz de las siguientes ideas de Ausubel, D.P. (2002):

“No debemos considerar que el aprendizaje significativo equivale simplemente al aprendizaje del material (lógicamente) significativo. Antes que nada, el aprendizaje significativo se refiere a un proceso de aprendizaje distintivo y a unas condiciones distintivas de aprendizaje, y no básicamente a la naturaleza o las características del material que se aprende.”

Antecedentes:

1. Inquietudes desde la experiencia de los autores
2. Tradición destacada del Departamento de Física Aplicada de la Universidad de Oriente en el trabajo científico-metodológico desde la

observación del “objeto de estudio” en movimiento y la aplicación de los resultados que se van obteniendo.

3. Exigencias de los Planes de Estudio D y las perspectivas que van vislumbrando de los E.
4. Calidad de los estudiantes que ingresan a los CES a partir de las transformaciones en la enseñanza precedente.
5. *Curso 2009-2010*: Se realiza la primera aplicación del tipo de clase que se propone: *Carrera de Ingeniería Civil 3er Año* Obteniéndose una media de calificaciones de 3.71 en el *Examen Final Ordinario. (EFO)*
6. Desde entonces se observó que se podían desarrollar algunas *potencialidades* en el *aprendizaje desde una perspectiva diferente*.
7. Introducción del Sears 9ª Edición como texto básico en todas las carreras de ciencias e ingeniería.

La primera interrogante que se viene al caso es la de ¿por qué clase práctica como taller de aprendizaje (CPTA)?; pues en los documentos que norman el Trabajo Docente Metodológico en la Educación Superior no viene definido este tipo de clase.

En su Capítulo III, artículo 109 se define como:

“La clase práctica es el tipo de clase que tiene como objetivos fundamentales que los estudiantes ejecuten, amplíen, profundicen, integren y generalicen métodos de trabajo característicos de las asignaturas y disciplinas que les permitan desarrollar habilidades para utilizar y aplicar, de modo independiente, los conocimientos”. M.E.S, (2007)

Desde el punto de vista pedagógico la nueva propuesta resulta coherente con este concepto que requiere una resignificación desde la perspectiva del presente estudio.

Clase Práctica como Taller de Aprendizaje (CPTA): Espacio de crecimiento del aprendizaje significativo presidido por la motivación y una adecuada orientación, donde se generen contradicciones y conflictos cognitivos inherentes a los problemas “manejados” por los estudiantes.

Existen autores que apuestan a *“la motivación del alumnado universitario a través del método de aprendizaje”*, Pérez-Aranda; J.R. [et al] (2015); independientemente de que no existe consenso al delimitar si para el aprendizaje debe existir motivación o no.

En la definición propuesta queda evidenciada la posición de los autores al respecto.

Resultados y Discusión:

A. *Observación del objeto en movimiento: Resultados tendenciales:*

El Curso de Física III para las carreras de ingeniería cuenta con cuatro temas generales:

- 1.- Óptica Cuántica
- 2.- Física del Átomo de Hidrógeno
- 3.- Ideas básicas de la Mecánica Cuántica
- 4.- Física del núcleo atómico

El mismo se imparte en 64 horas lectivas; de ellas 20 horas de conferencias; 26 horas de clases prácticas; 12 de laboratorios y 6 de seminarios. Examen final oral. Todo el sistema de valuación es en base a cinco puntos.

De las 13 clases prácticas siete son las que se definen como CPTA, o sea donde los estudiantes van a mostrar, explicar e intercambiar de manera abierta y crítica ante el auditorio las estrategias de solución de los ejercicios o problemas propuestos, según sea el caso. Estas exposiciones se hacen de manera oral luego de haberlas escrito en la pizarra.

Seguidamente es sometido a interrogantes de sus compañeros y del profesor hasta que quede totalmente clara y validada la “estrategia de solución” propuesta.

Si algún otro estudiante tiene otra diferente se le brinda la oportunidad para describirla de forma general.

La clase no da margen a la improvisación porque todo lo que se presenta debe haber sido elaborado en el trabajo independiente, de manera individual o colectiva, previo a la CPTA.

De las seis clases prácticas restantes cuatro son utilizadas por el profesor, una por cada tema, para presentar cómo se aplican las leyes y conceptos fundamentales del tema en cuestión; las otras dos para las evaluaciones parciales del semestre, convenientemente planificadas.

Como resultado de la aplicación de esta nueva variante de clases se muestra el obtenido durante los cursos 2012-2013 y 2013-2014 para el 2° Año de la Carrera de Ingeniería Biomédica, resumidos en las tablas 1 y 2, así como las figuras 1 y 2 que reflejan el comportamiento tendencial de la calidad en cada caso, expresada en promedios de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en cada una de las siete CPTA.

Todo comportamiento estadístico en cualquier experimento y más cuando se trata de un proceso tan complejo como el del aprendizaje, siempre resulta útil para sacar algunas “conclusiones empíricas” aunque un poco a priori porque no dejan de ser cifras frías, pero en este caso se destacan algunas particularidades que pueden ser de interés en el análisis de estos resultados:

Primero: son resultados de las mediciones del aprovechamiento académico de los estudiantes en cada una de las clases.

Segundo: son dos grupos académicamente diferentes cuando se comparan estudiante por estudiante, y “aparentemente” obtienen resultados medios similares en ambos cursos: 3,84 y 3,96, respectivamente.

Tercero: sin embargo, los resultados de los exámenes finales ordinarios fueron, como promedio, de 3,90 y 3,24 respectivamente.

Cuarto: en ambos casos el nivel del sistema de evaluación sistemático, parcial y final prácticamente tuvo el mismo diseño y nivel de complejidad.

Quinto: sin embargo, en el *primer grupo* se manifestó desde el primer día de clases un mayor compromiso e identidad con la propuesta, contribuyendo a que fuera creciendo la motivación por obtener cada vez mejores resultados de una manera “consciente”. Esto se refleja en el crecimiento en la línea de tendencia, a pesar de la dispersión ($R^2=0,4086$).

Sexto: el segundo grupo se manifestó con una tendencia aparentemente estable en los resultados académicos durante el semestre, pero como se muestra la pendiente, aunque pequeña, es negativa.

El breve análisis empírico realizado muestra que los “procesos complejos”, como es el caso del “aprendizaje” no se pueden “manejar” solamente por “indicadores”, aunque estén mostrando determinadas tendencias.

Esto no quiere decir que no sean tomados en cuenta, pero sí con mucho cuidado, porque como se aprecia en los resultados obtenidos influyen muchas variables, por lo tanto, esto sugiere que el proceso sea “modelado”, o sea tratar de simplificarlos para poderlos entender mejor.

Tabla 1. Promedios de calificaciones en las CPTA.
Curso Académico 12-13

CPTA	Promedios
1	4
2	3
3	3,33
4	3,86
5	4,09
6	4,45
7	4,18

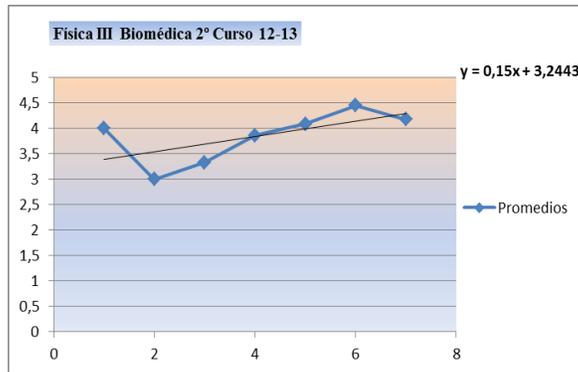


Figura 1. Comportamiento tendencial de la calidad del aprendizaje

Tabla 2. Promedios de calificaciones en las CPTA.
 Curso Académico 13-14

CPTA	Promedios
1	3,8
2	4,25
3	4
4	4
5	4,2
6	3
7	4,5

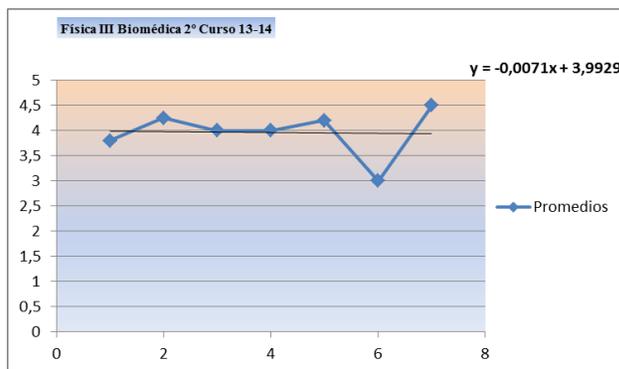


Figura 2. Comportamiento tendencial de la calidad del aprendizaje

B. Concepción de la propuesta:

Se parte de aprovechar la estructura didáctica del libro de texto que se introduce desde 2008 en los cursos de Física General para estudiantes de ciencias e ingeniería en Cuba.

En síntesis, esta cuenta de una distribución “escalonada” (dado por el nivel de complejidad) de los cuestionarios de preguntas para el análisis; los problemas resueltos; los “ejercicios”; los problemas y los problemas de desafío.

Aprovechando este diseño didáctico, que a juicio de los autores es muy acertado, por la gama tan amplia en su selección, y ajustando el método estrictamente a esa manera de comprobación de la asimilación de los contenidos, se les proporciona a los estudiantes la orientación adecuada en las plataformas interactivas desde el primer día de las actividades académicas, nombrándolas como “orientación del trabajo independiente o guías de estudio”; éste representa el punto de partida.

¿Qué aspectos del texto no comparten los autores, precisándose a los estudiantes, no para que no lo utilicen, sino para prevenirlos de las consecuencias que pueden acarrear la utilización de “*recetas preconcebidas*” al plantearse el “*manejo*” de los problemas?

Se refiere a las llamadas “*Estrategias para resolver problemas*” las cuales brindan los pasos metodológicos de solución para cada uno de los temas tratados.

A juicio de los autores esto generalmente tiende a mecanizar el pensamiento de los estudiantes y mutilar la creatividad en la búsqueda y el planteamiento de sus “*propias estrategias*”.

¿Qué se propone como alternativa?

Establecer una “*estrategia de manejo de los problemas*” que comienza con el descubrimiento de la “*contradicción particular*” en cada uno de ellos, a la luz de las “*herramientas fundamentales*” (leyes; principios; teoremas; ecuaciones fundamentales y los conceptos que en ellos se relacionan).

El proceso de aprendizaje se concreta entonces en dos subprocesos: *sistematización* y *generalización* a través de los cuales el estudiante se apropia de los elementos más esenciales referentes a la estructura lógica del contenido, de manera que el conocimiento transita del pensamiento estructural al isomórfico de manera escalonada.

Desde la visión de los autores ¿qué les ha aportado a los estudiantes esta distribución “escalonada” de los cuestionarios que le servirá de entrenamiento para el aprendizaje?

Los problemas resueltos aportan guía para la concepción de sus estrategias individuales, usando el método de ensayo y error, entre otros posibles. Además de observar y analizar posibles aplicaciones en el campo de sus respectivas especialidades, así como actualización de nuevas técnicas.

Las preguntas para el análisis aportan habilidades de interpretación y generalización; además sirven como hoja de ruta en la comprensión del material teórico, que luego deben saber aplicar a la “solución” de los problemas propuestos en el texto.

Los ejercicios aportan habilidades lógicas y de cálculo, pero fundamentalmente de la manera que el texto los ha diseñado y los resultados obtenidos en las CPTA, estas sirven para “sistematizar” los conceptos fundamentales del tema en estudio, o sea que permiten irlos adecuando en sus preconcepciones como anclajes o subsumidores, para luego en el contexto de la solución de los problemas les permita darle un uso eficaz y una connotación a un nivel de sistematicidad más “alto”, o sea con mayor profundidad en la aplicación y dominio del mismo; contribuyendo a “aprender significativamente” lo aplicado para el “manejo” de los problemas a los cuales se enfrenta.

La gradación escalonada de la complejidad de los ejercicios, lo cual refiere que hay ejercicios que van adquiriendo connotación de problemas, les permitió ir ganando en seguridad en sí mismos en la medida en que los podían manejar con relativa facilidad, sistematizando así la base conceptual y herramientas de trabajo.

No obstante, al pasar de los ejercicios a los problemas los estudiantes necesitarían “*vencer la distancia entre el nivel real de desarrollo determinado por la capacidad de resolver un problema de forma independiente y el nivel de desarrollo potencial determinado por la capacidad de resolver un problema bajo la orientación...o en colaboración con otros...*” Vygotsky, L. (1987); o sea la conocida *Zona de Desarrollo Próximo* del aprendizaje.

Como consecuencia de lo anterior los estudiantes pueden mostrar una merma en el rendimiento, o sea en la tasa de solución de problemas, lo que puede influir negativamente en el nivel de motivación alcanzado.

O sea, se pudiera generar una “brecha de aprendizaje” por el nivel de complejidad de los problemas a los que se van enfrentando y el límite que decida poner el profesor en su rol de orientador y/o moderador del proceso; dicho en otras palabras, el *nivel deseado* a alcanzar debe ser precisado previamente en el *objetivo de aprendizaje*.

Al resultado de esta concepción de las CPTA como método y la manera de manejar las variables que intervienen en el proceso para contribuir a la disminución de la brecha en el aprendizaje, es a lo que los autores han denominado “*metodología dinámica de aprendizaje*”.

C. Metodología dinámica de aprendizaje:

Si se logra inicialmente un nivel de compromiso entre estudiantes y el profesor, partiendo de una adecuada orientación, se podría “*motivar el proceso*”; a mayor motivación implicaría una “*mejor preparación previa*” para las CPTA; lo que propiciaría la “*aplicación*”, cada vez más creciente, de “*conocimientos y habilidades*” al *manejo de ejercicios y problemas*; generándose un espacio de *gestión del conocimiento*, caracterizado por la *brecha* que se genera entre el “*nivel de complejidad de los problemas*” y su *límite* que se defina como *nivel deseado alcanzable*.

A partir de aquí quedan precisadas las variables, teniendo como referente la teoría de la *Dinámica de Sistemas*, Schaffernicht, Martín. (2008), como sigue a continuación:

- 1.-Motivación (variable de control) (M)
- 2.-Preparación previa para las clases prácticas (*variable de control*) (PPCP)
- 3.-Razón de problemas resueltos (*variable auxiliar*) (RPR)
- 4.-Aplicación de conocimientos y habilidades (*variable de flujo*) (ACH)
- 5.-Nivel de complejidad de los problemas (*variable de nivel*) (NCP)
- 6.-Brecha de crecimiento del aprendizaje (*variable de control*) (BCA)
- 7.-Límite de la complejidad de los problemas (*variable de control*) (LCP)
- 8.-Calidad del profesor como orientador y/o moderador del proceso (*variable de control*) (CPOMP)

Este sería el preámbulo de la posibilidad de formalizar un *modelo* cuyo resultado sea el tratar de explicar el comportamiento de los diferentes escenarios de aprendizaje significativo que se pueden generar en estos tipos de clases.

CONCLUSIONES

Como resultado de este trabajo se pudo concretar la definición de *Clase Práctica como Taller de Aprendizaje (CPTA)* como el *espacio de crecimiento* del aprendizaje significativo presidido por la *motivación* y una *adecuada orientación*, donde se generen *contradicciones y conflictos cognitivos* inherentes a los problemas “*manejados*” por los estudiantes.

La aplicación de las CPTA permitió precisar las tendencias de los indicadores de calidad del aprendizaje de los estudiantes de 2º Año de Ingeniería Biomédica durante los cursos académicos 12-13 y 13-14.

El aprendizaje significativo como proceso complejo que es, debido a la cantidad y variedad de factores involucrados en él, no puede ser gestionado solo a partir de indicadores.

La observación del “*objeto en movimiento*” permitió precisar las variables de estado, de flujo, de control y auxiliares para establecer en su primera versión la *metodología dinámica de aprendizaje*, la cual representa la génesis para modelar y simular el tipo de clase propuesto utilizando la Modelación Dinámica de Sistemas Complejos.

Las dos variables: *límite de la complejidad de los problemas y experiencia del profesor como orientador y moderador*, como variables externas en la representación actual del sistema, modifican el comportamiento, pero no determinan la dinámica del desarrollo (transformación). De aquí la necesidad de internalizar la segunda, es decir, integrar el papel del profesor en el sistema

de interrelaciones internas del sistema, con lo que se transforma en un gestor que acompaña al estudiante en el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

Sears, F.W. Zemansky, M.W. Young H.D. and Friedman, R.A. (2008) “Física Universitaria”. Novena Edición. Editorial Félix Varela, La Habana. Cuba.

Rodríguez M^a, Moreira M A, y otros. (2008) “La Teoría del Aprendizaje Significativo en la Perspectiva de la Psicología Cognitiva. Primera Edición. Editorial Octaedro. ISBN: 978-84-8063-290-4

Ausubel, D.P. (1976) “Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Ed. Trillas. México.

Pérez Gómez, A. (2006) “A favor de la escuela educativa en la sociedad de la información y de la perplejidad”. Ed. Morata/Gobierno de Cantabria. Madrid; p. 108.

Ausubel, D.P. (2002) “Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Ed. Paidós. Barcelona; p. 136.

M.E.S (2007) Resolución 210 “Reglamento Docente Metodológico”. Capítulo III. Artículo 109.

Pérez-Aranda; J.R. y otros (2015) “El Aprendizaje Basado en Problemas como herramienta de motivación: reflexiones de su aplicación a estudiantes de GADE”. Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria. Vol. 8, N° 4, 189-207

Vygotsky, L. (1987). “La Zona de Desarrollo Próximo en el análisis de Vygotsky del aprendizaje y la instrucción”. Capítulo 2. p. 211 (en línea). Disponible en: <http://www.movilizacioneducativa.net/capitulo-libro.asp?idLibro=139&idCapitulo=2> [Consultado el 5 de abril de 2016]

Schaffernicht, Martin. (2008). “Indagación de situaciones complejas mediante la dinámica de sistemas “Editorial Universidad de Talca (en línea). Disponible en: <http://dynamicsistemas.otalca.cl/> [Consultado el 9 de marzo de 2016]

