

Hacia una dinámica de sistemas crítica: Un marco conceptual para investigación y una ilustración en educación

Mariana Cascante C.
Departamento de Ingeniería Industrial,
Universidad de Los Andes
Bogotá, Colombia
m-cascan@uniandes.edu.co

Andrés Mejía D.
Departamento de Ingeniería Industrial,
Universidad de Los Andes
Bogotá, Colombia
jmejia@uniandes.edu.co

Palabras clave: Pensamiento crítico, Pedagogía Radical, Heurística Crítica de Sistemas, Dinámica de sistemas.

1 *Introducción*

Pensar críticamente se relaciona con la capacidad de identificar y tener presentes los supuestos, puntos de vista y teorías detrás de toda forma de conocimiento, y tomar decisiones teniendo en cuenta sus implicaciones. Este artículo es acerca de pensamiento crítico y dinámica de sistemas, y más en concreto acerca de lo que significa ser un practicante crítico de la dinámica de sistemas y de lo que podría ser una educación crítica en dinámica de sistemas. De esta manera, a partir de un marco conceptual acerca de las esferas de acción del pensamiento crítico en herramientas de ingeniería (Mejía, 2007), explicamos cómo se traducen sus elementos en cuanto a la dinámica de sistemas en particular, además de reportar sobre una experiencia de diseño e implementación de objetivos y actividades de pensamiento crítico en un curso de “Dinámica de Sistemas” para un programa de pregrado en ingeniería industrial.

En este artículo presentaremos primero una breve revisión de las diferentes maneras en las cuales se ha entendido y reportado en la literatura, la relación entre la dinámica de sistemas y el pensamiento crítico. Luego, a partir de una presentación de tres corrientes relevantes de pensamiento crítico —el movimiento de pensamiento crítico, la pedagogía crítica, y la heurística crítica de sistemas— explicaremos y justificaremos nuestra adhesión a una de las formas de relacionar pensamiento crítico y dinámica de sistemas. A continuación, describiremos el esquema de tres esferas de acción para el pensamiento crítico alrededor de herramientas de ingeniería, y mostraremos cómo se puede particularizar para el caso de dinámica de sistemas. Al hacerlo, quedarán definidos para el caso educativo, unos objetivos de aprendizaje y un perfil de un productor y usuario crítico de modelos y proyectos de la dinámica de sistemas. El propósito de esto consiste en establecer un marco conceptual que permita proponer y evaluar acciones pedagógicas encaminadas a promover una dinámica de sistemas crítica. Por último, a partir de lo anterior, describimos cómo un curso de Dinámica de Sistemas para estudiantes de ingeniería industrial buscó la promoción de pensamiento crítico según dicho marco conceptual.

2 *Formas de relacionar la dinámica de sistemas y el pensamiento crítico en la literatura*

Ha habido algunos, aunque escasos, intentos de vincular la noción de pensamiento crítico con la dinámica de sistemas. Nos atrevemos a hacer una clasificación de dichos intentos de la siguiente manera:

- A partir de la idea de que el pensamiento sistémico de la dinámica de sistemas es o puede ser pensamiento crítico, algunos autores proponen el uso de dinámica de sistemas

en educación como una forma de promover el pensamiento crítico. En este sentido, la dinámica de sistemas se entiende como intrínsecamente crítica si se aprende y usa apropiadamente. La idea más tradicional en esta dirección proviene del mismo Jay Forrester y su noción de “modelo mental” (1961), que luego retoma Senge (1990). La idea aquí es que mediante la dinámica de sistemas se pueden articular (expresar) y poner a prueba los modelos mentales de las personas. Richmond (1993) ha formulado también siete habilidades de pensamiento asociadas a la dinámica de sistemas, que él sugiere son constitutivas del pensamiento crítico. Varios otros autores han partido de esta idea para proponer estrategias educativas que promuevan pensamiento crítico desde la dinámica de sistemas (Parra, Niño y Duarte, 2000; Sterman, 2000; Quaden, Ticotsky y Lyneis, 2004).

- Con otro enfoque, y desde una noción común de pensamiento crítico basada en las teorías de la argumentación y de la lógica (del así llamado Movimiento de Pensamiento Crítico), se ha planteado también una estrategia de integración en la cual algunos elementos de análisis de argumentos pueden ser utilizados como ayuda para formular diagramas de ciclos causales (ver Cavana y Mares; 2004). Según esta propuesta, el pensamiento crítico y la dinámica de sistemas simplemente pueden aunar esfuerzos para producir mejores modelos.
- Una última forma de relación entre la dinámica de sistemas y el pensamiento crítico tiene un punto de partida totalmente diferente: la pregunta de si la dinámica de sistemas puede ser crítica, y qué se requiere para que llegue a serlo —para que los modeladores y usuarios de la dinámica de sistemas le den un uso crítico—. En este caso la noción de pensamiento crítico a que se hace referencia ya no es la de la lógica y la argumentación, sino una de la conciencia de la relación entre el conocimiento y su uso en lo social y en lo político. Lo que se busca aquí es ver de qué manera, con, sobre y desde la dinámica de sistemas, podemos llegar a ser críticos. Algunos autores en esta línea son Parra y Andrade (2002), Sotaquirá (2002), y Mejía (en evaluación).

Como se puede ver, estas tres maneras de entender la relación entre dinámica de sistemas y pensamiento crítico llevan a diferentes formas de aproximarse a, al menos, el aprendizaje y la práctica de la dinámica de sistemas; y con ello a la evaluación del aprendizaje y de la práctica. En lo que sigue, explicaremos diversas corrientes del pensamiento crítico y mostraremos brevemente su relación con nuestra clasificación.

3 Propuestas y concepciones sobre el pensamiento crítico

La concepción de un pensamiento crítico que tiene como fundamento la lógica y las habilidades y disposiciones de pensamiento, presente en las dos primeras formas de relación entre pensamiento crítico y dinámica de sistemas, muestran que éstas se basan en la propuesta de lo que se conoce como el Movimiento de Pensamiento Crítico (Siegel, 1988; Paul, 1993; Ennis, 1995; Fisher, 2001). Este movimiento fundamenta sus ideas en el uso de las teorías de argumentación y de falacias, que sirven como base para evaluar la solidez de los argumentos a los cuales se enfrenta una persona crítica. Es precisamente en este movimiento donde se ha entendido al pensamiento crítico en términos de habilidades transversales y disposiciones, aunque la lista de dichas habilidades varía de un autor a otro. A manera de ejemplo, en la versión de Ennis —una de las más conocidas— algunas de las habilidades constitutivas del pensamiento crítico son enfocarse en una pregunta, analizar argumentos, juzgar la credibilidad de una fuente, juzgar inducciones, juzgar deducciones, e identificar supuestos. Y algunas de las disposiciones relacionadas son buscar razones, tener en cuenta toda la situación, ser de mente abierta, y buscar precisión (Norris y Ennis, 1989). Algunos enfoques de investigación en el salón

de clases basados en el análisis crítico del discurso permiten analizar de manera relativamente directa la promoción de disposiciones de pensamiento crítico. Un ejemplo es el enfoque de Young (Young, 1992; Mejía y Molina, 2007), que se basa en un análisis de las estructuras de conversación que se desarrollan en el salón de clases entre profesor y estudiantes.

Aunque importante, puede argumentarse que esta noción de pensamiento crítico es bastante restringida debido a que no toma en cuenta el contexto en el cual se enuncia un argumento, y que al limitarse al uso de teorías formales que no tienen en cuenta directamente los contenidos de lo que se dice, resulta insuficiente (Mejía, 2002). Nuestro trabajo se puede clasificar principalmente dentro de la tercera forma de relación entre dinámica de sistemas y pensamiento crítico (presentada arriba); es decir, parte de una preocupación por que podamos entender y usar la dinámica de sistemas de un modo crítico. Dos propuestas de referencia son especialmente importantes para esta tercera forma de relación: la pedagogía crítica y la heurística crítica de sistemas.

El pedagogo brasileño Paulo Freire es considerado como el padre de la pedagogía crítica o radical, corriente que se centra en la relación entre política y educación (Freire, 1970; McLaren, 1994; Giroux, 1997; Darden, Baltodano y Torres, 2003). Desde esta propuesta se afirma que la educación debe ayudar a que los educandos desarrollen una conciencia crítica, percibiendo cómo las formas de conocimiento se construyen y se usan para servir intereses que muchas veces se encuentran en medio de relaciones de poder. Esto implica que se reconozca a la educación como una actividad fundamentalmente política y que, como tal, debe orientarse al cuestionamiento de las relaciones sociales, de los intereses, de las prácticas e instituciones sociales y de las formas de conocimiento que las legitiman. Adicionalmente se considera necesaria también la acción frente a ellas, que conducirá a una transformación del mundo. Relacionado con el carácter político de la educación analizado por Freire, se encuentra el desarrollo conceptual de Marilyn Frankenstein (1998) en la construcción de un programa para el aprendizaje crítico de las matemáticas, basado en cuatro objetivos que relacionan las posibles relaciones entre conocimiento político y conocimiento disciplinar, en este caso matemático: 1) la comprensión de las matemáticas, 2) la comprensión de las matemáticas de lo político, 3) la comprensión del carácter político del conocimiento matemático y 4) la comprensión del carácter político del conocimiento en general. Lo político aparece fundamentalmente asociado a la noción de interés, donde el conocimiento no se entiende como neutro sino como ideológico, y donde algunas preguntas fundamentales son “¿a quién le sirve (interesa) que esto esté definido así?” y “¿de qué otras formas se puede definir desde otros puntos de vista?”

Por su parte, la Heurística Crítica de Sistemas propuesta por Werner Ulrich (1991) se pregunta por la justificación de las decisiones tomadas en la ciencia aplicada, en los diseños de sistemas sociales. Su relevancia particular aparece en el hecho de que la mayoría de aplicaciones de la dinámica de sistemas, Ulrich considera que la justificación de estas decisiones puede sólo significar la justificación de sus efectos sobre los contextos de aplicación bajo estudio (Ulrich, 1991, p.103). Sin embargo, dado que ningún diseño de sistema social puede tenerlo todo en cuenta, y mucho menos armonizarlo, siempre habrá aspectos que quedan por fuera del sistema, que hacen que inevitablemente se produzcan *quiebres de justificación*: personas afectadas que no fueron tenidas en cuenta, factores que no fueron considerados a la hora de hacer predicciones, principios y valores legítimos que nunca entraron en la ecuación, etc. Esta heurística por lo tanto consiste en un conjunto de preguntas que sirven para identificar precisamente los quiebres de justificación. La Heurística Crítica de Sistemas mantiene una estrecha relación con la Pedagogía Radical, resaltando la importancia de reconocer los puntos de vista sociales y políticos de los conocimientos aprendidos y de su aplicación.

4 Una propuesta para entender el pensamiento crítico en dinámica de sistemas

En otro trabajo, hemos formulado un esquema que permite conceptualizar diferentes espacios de acción del pensamiento crítico en las herramientas de la ingeniería (Mejía, 2007). Este esquema, además de intentar dar coherencia al conjunto de herramientas del pensamiento crítico, sirve como “lista de revisión” para preguntarnos si estamos apelando a una visión restringida del mismo y cuáles aspectos relevantes podemos estar dejando por fuera. El esquema propone varias dimensiones para las cuales alguien que sea crítico alrededor de una herramienta de ingeniería deberá naturalmente hacer y responder preguntas en cada una de ellas. La dimensión más general es la de habilidades y disposiciones transversales. Si bien desarrollarlas es necesario, no son una garantía de que una persona crítica pueda llegar a hacerse las preguntas relevantes en cualquier situación. Esto es debido a que la construcción de preguntas críticas con sentido concreto requiere usar conocimientos que la persona no necesariamente tiene. Esto implica que se debe trabajar en concreto sobre cada una de las demás dimensiones —las tres esferas de pensamiento crítico en ingeniería—, si se quiere garantizar el desarrollo de ingenieros críticos.

La primera esfera de acción del pensamiento crítico en ingeniería se refiere al uso inteligente de las herramientas de la ingeniería; esto es, al uso del juicio para determinar cuándo se necesitan extensiones, variaciones, adaptaciones, etc., de dichas herramientas. La segunda esfera sugiere la necesidad de entender las limitaciones de cada una de las herramientas, contrastándolas con otras herramientas alternativas. Por último, la tercera esfera parte del entendimiento de los proyectos de ingeniería como intervenciones en sistemas sociales, y se preocupa por el papel que éstas cumplen dentro de dichos sistemas en términos de los intereses que sirven y sus implicaciones para los diversos actores involucrados en ellos. Es en esta tercera esfera donde más claramente se hace aparente la utilidad de enfoques como los de la Heurística Crítica de Sistemas y de la Pedagogía Crítica (mencionados arriba).

La dimensión de habilidades y disposiciones generales, precisamente por el hecho de ser generales, se mantiene de igual manera cuando estamos hablando en concreto de la dinámica de sistemas. En el caso educativo estaríamos interesados en que los estudiantes piensen por sí mismos, que puedan tomar con escepticismo crítico lo que leen en los textos así como lo que dicen los profesores, que tomen sus ideas e intenten ponerlas a prueba de diversas maneras, etc. Las otras tres esferas de acción del pensamiento crítico en ingeniería se concretan en la dinámica de sistemas de la siguiente manera:

Esfera 1 - Uso técnico inteligente de la dinámica de sistemas: En esta esfera, una dinámica de sistemas crítica es una en la cual formulamos y respondemos preguntas sobre cómo definir las cadenas de niveles y flujos en casos no triviales; sobre cómo formular los límites materiales del sistema ante la posibilidad de expandir o contraer el sistema en estudio; sobre cómo definir variables que midan lo que efectivamente queremos medir; y sobre cómo resolver problemas de construcción de ecuaciones y de manipulación de datos; entre otras. En general, estas preguntas se enmarcan dentro de lo que podemos llamar “uso técnico” de la dinámica de sistemas, y es inteligente porque no se refiere simplemente al seguimiento sistemático de algoritmos (recetas) que garantizan un resultado apropiado, sino que requieren el uso del juicio.

Esfera 2 - Contraste de la dinámica de sistemas con otras herramientas alternativas: Aquí, el pensamiento crítico se expresa al explorar los límites y las posibilidades de la dinámica de sistemas en contraste con otras herramientas alternativas. De esta manera, en los contextos particulares de las situaciones problema que se podrían estudiar con dinámica de sistemas, y más allá del partidismo propio de los proponentes de cada una de las corrientes y herramientas, se quiere analizar cuáles serían las bondades y problemáticas de adoptar otras herramientas

como enfoques econométricos, de optimización, de simulación discreta, otros enfoques sistémicos, e incluso los cualitativos y cuantitativos dentro de la misma disciplina de la dinámica de sistemas.

Esfera 3 - Los proyectos de dinámica de sistemas como intervenciones en sistemas sociales:

Como esta última esfera es la que finalmente entiende a la dinámica de sistemas en su dimensión social (ver Vriens y Achterbergh, 2006), entonces aquí las preguntas tienen que ver con los actores, intereses, relaciones de poder, y puntos de vista, que se relacionan en cualquier proyecto de dinámica de sistemas. De esta manera, algunas preguntas críticas que surgen en esta tercera esfera son sobre qué variables de interés o de impacto se han definido en un modelo y con qué propósitos e ideologías se relacionan esas variables de interés; sobre qué otras variables alternativas podrían haberse definido desde otros propósitos e ideologías; qué políticas se han puesto a prueba con el modelo y qué otras políticas podrían haberse puesto a prueba; qué efectos sobre otras variables importantes para otros actores de la situación problema tendría la implementación de las políticas puestas a prueba y seleccionadas; y sobre cuáles concepciones e ideologías sobre el dominio de acción de la situación problema entraron y cuáles no entraron en la definición de la estructura causal y de las ecuaciones, entre otras preguntas.

Hacemos notar que, en un contexto educativo, estas tres esferas se constituyen también en objetivos de aprendizaje dentro de un curso de la dinámica de sistemas.

5 ¿Cómo promover pensamiento crítico en dinámica de sistemas? Una ilustración

Durante el primer semestre de 2007 se condujo una experiencia con el objetivo de promover pensamiento crítico en estudiantes de un curso de dinámica de sistemas, curso obligatorio correspondiente generalmente a cuarto semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia. De dicha experiencia se hizo un seguimiento en el cual se observaron manifestaciones de pensamiento crítico tanto relacionadas con habilidades y disposiciones transversales como con sus tres esferas de acción para herramientas de ingeniería, en concreto aquí en su relación con la dinámica de sistemas. También se realizaron algunas entrevistas a estudiantes al final del semestre con el fin de recoger más información sobre el proceso desde su punto de vista. En esta sección describiremos el diseño del curso y la acción pedagógica del docente, y explicaremos cómo estaban orientadas a la promoción de pensamiento crítico, para luego presentar algunos resultados del seguimiento.

5.1 Estrategia pedagógica

A partir de los diferentes aspectos relacionados con el pensamiento crítico sobre y desde la dinámica de sistemas, enunciado antes, diseñamos actividades, recursos y estrategias pedagógicas que pudieran ayudar a cumplir con los objetivos propuestos. A grandes rasgos, trabajamos sobre los siguientes elementos (espacios, actividades, recursos) del proceso educativo del curso:

1. La estructura de las conversaciones en el salón de clases entre profesor y estudiantes
2. Los contenidos de dichas conversaciones
3. Los trabajos en clase por los estudiantes, sobre ejercicios, problemas y situaciones
4. Un proyecto de aplicación de la herramienta en una situación problemática real

El primero de estos elementos parte de la idea de que la forma en la que profesor y estudiantes mantienen conversaciones en el salón de clases afecta de manera importante el desarrollo en

estos últimos de actitudes (disposiciones) y habilidades para el pensamiento crítico —y precisamente por eso éste fue el elemento de clase con el que más directamente intentamos promoverlas—. El profesor, junto con una observadora no participante (los dos autores de este artículo), observarían el desarrollo de las conversaciones en el salón de clases para determinar hasta qué punto el ambiente de clase era uno de indagación que favoreciera el desarrollo de disposiciones y habilidades para formular preguntas, para evaluar los razonamientos propios y de otros, para buscar maneras de resolver las preguntas, para avanzar y argumentar las propias posiciones y respuestas, etc. Realizar esta observación le permitiría al profesor ajustar en tiempo real su influencia en las conversaciones para guiarlas hacia manifestaciones de pensamiento crítico. La ayuda de la observadora externa serviría para ayudar al profesor a ajustar su capacidad de observación, a la vez que para llevar un registro de lo ocurrido.

En concreto, partimos de una herramienta conceptual consistente en una guía de análisis de conversaciones basada en dos dimensiones: estructura y contenidos (Mejía, Orduz y Peralta, 2006). La estructura se analiza a través de los llamados géneros conversacionales, los cuales son “conjuntos de expectativas estructuradas acerca de los roles comunicativos, así como acerca de cómo debe proseguir la comunicación en situaciones particulares” (Young, 1992, p.66, traducción nuestra). Es importante notar que el que se configure un género u otro dentro del salón de clases en un momento dado no depende enteramente del profesor, ya que es el resultado de su interacción con los estudiantes. Algunos géneros conversacionales comunes son “Adivinen lo que piensa el profesor”, en el cual el profesor formula una pregunta y va dando pistas a los estudiantes para llegar a la respuesta mientras que estos intentan adivinar lo que él quiere oír; “Género discursivo”, en el cual los participantes avanzan en una conversación formulando sus posiciones, sometiéndolas a evaluación por los demás, a la vez que evaluando las de otros y construyendo a partir de ellas; “El opinadero”, en el cual los estudiantes participan en una conversación sin un fin aparente más que el de conversar, y sin conectar las diferentes intervenciones para ir avanzando en entender un problema; “Dígame la verdad”, en el cual el profesor presenta un conocimiento particular mientras que los estudiantes atienden o hacen preguntas de índole exclusivamente aclaratoria, sin cuestionar ni profundizar en el conocimiento presentado; y “Razone hacia la respuesta del profesor”, el cual es similar a “Adivinen lo que piensa el profesor”, aunque con la importante diferencia consistente en que el profesor, en lugar de dar pistas a los estudiantes, les formula preguntas que van exigiendo seguir la lógica involucrada en la respuesta a la pregunta original. Es el “Género discursivo” el que más presenta manifestaciones de habilidades y disposiciones de pensamiento crítico, y por lo tanto el que más las promueve, y en menor medida también “Razone hacia la respuesta del profesor” (Mejía y Molina, 2007). Sin embargo, la idea era intentar incidir en las conversaciones para que éstas siguieran estos dos géneros conversacionales que acabamos de mencionar, en lo posible; y de ahí la importancia de estar monitoreando las clases en tiempo real.

La dimensión de contenidos de esta herramienta conceptual indaga por las perspectivas, dimensiones, ideas, posiciones, teorías, etc., que efectivamente entran en las conversaciones en el salón de clases, así como por las que quedan por fuera de ella (Mejía, Orduz y Peralta, 2006). Al involucrar los contenidos, ya estamos saliendo de la dimensión de habilidades y disposiciones transversales, y entramos a involucrar directamente aquello que es específico de la dinámica de sistemas y por tanto los elementos de las tres esferas de acción del pensamiento crítico en la disciplina. Con relación a la primera esfera, mediante la cual se busca promover la utilización inteligente de la dinámica de sistemas, planteamos la necesidad de desarrollar actividades que obligaran a los estudiantes a no limitarse a seguir procedimientos sistemáticos definidos, sino a buscar y encontrar recursos de modelación más adecuados para adaptarlos a los sistemas representados, en situaciones no triviales. Un aspecto práctico importante a tener en cuenta en este objetivo, está relacionado con la variedad de situaciones de

contextualización de los ejercicios y actividades desarrolladas, garantizando la aparición de diferentes mecanismos causales y comportamientos. Acciones como el desarrollo de casos abiertos con diferentes situaciones de contexto y la modificación de aspectos dentro de los modelos desarrollados en estos casos, se relacionan con la promoción de habilidades que buscan la comprensión y la práctica de la adaptabilidad de la herramienta. Otras acciones como el fomento de las conversaciones orientadas a la verificación de variables y relaciones causales en modelos desarrollados en clase podrían crear un sentido de atención frente a estos aspectos, que se espera sea interiorizado para posteriores aplicaciones de la herramienta. Finalmente, la presentación de modelos con errores lógicos como actividad orientada a la identificación de los mismos podría corregir dudas frente al uso técnico de la herramienta y promover su entendimiento. En el anexo 1 presentamos a manera de ejemplo un ejercicio realizado en clase, en el que se presenta para modelación una situación de forma relativamente abierta, y que permite discutir sobre cómo se deben definir las variables y relaciones, así como los límites del sistema, para construir un modelo técnicamente correcto.

La segunda esfera de acción de pensamiento crítico, que busca promover la capacidad de contrastar las herramientas de ingeniería entre sí para ser concientes de sus limitaciones y potencialidades y de su pertinencia para ayudar en la solución de problemas, estaría involucrada en la realización de un proyecto de aplicación sobre alguna situación problema real en dos momentos diferentes: en la definición de la situación problema a estudiar, y en una reflexión a posteriori sobre la pertinencia de la herramienta. El desarrollo de actividades en las que se comparen enfoques diferentes dentro de la dinámica de sistemas, como el cualitativo en diagramas de ciclos causales y el cuantitativo en modelos de simulación, sobre la misma situación, podría también promover el objetivo de esta esfera de acción.

El entendimiento de los proyectos de dinámica de sistemas como intervenciones en sistemas sociales está relacionado con las ideologías y propósitos detrás de las construcciones de dinámica de sistemas, con los efectos de la toma de decisiones utilizando resultados de dinámica de sistemas sobre actores e involucrados en las situaciones analizadas y además, con el sentido justo que debe estar presente en las representaciones y modelos. Esta última característica mencionada hace referencia a mantener explícitas las decisiones de modelación, para que tanto clientes como afectados puedan tener claros los caminos de acción sobre ellos, generados a partir de resultados de la herramienta; también se relaciona con la inclusión de diferentes aspectos sobre una misma situación, para representarla lo más ampliamente posible. Por lo tanto, este objetivo podría promoverse mediante ejercicios en los que una misma situación se presente desde diferentes perspectivas relacionadas con diferentes actores involucrados en la situación estudiada. El planteamiento de conflictos éticos, sociales y políticos dentro de las situaciones de análisis facilita tanto la representación de estos conflictos como el reconocimiento de los aspectos que son afectados en los sistemas sociales al formular políticas y tomar decisiones sobre estos. De la misma manera, la contextualización de los casos en situaciones reales apoya la promoción de esta característica. Además de las decisiones de intervención en el sistema, como las políticas, planteamos que se deberían realizar ejercicios de discusión sobre otras decisiones de modelación del sistema como la inclusión u omisión de variables y las justificaciones de determinadas relaciones causales desde los intereses e ideologías de quien construye el modelo. En los anexos 2 y 3 presentamos como ilustración dos ejercicios con los cuales se pretendió promover pensamiento crítico acerca de los intereses y perspectivas detrás de un modelo —al analizar las variables de interés o las relaciones causales definidas— y de su uso —al analizar las políticas que se pusieron a prueba y las recomendaciones que se derivan de ahí—.

A continuación se observa un diagrama que sintetiza el desarrollo conceptual así como el diseño de actividades propuestas para promover pensamiento crítico en la dinámica de sistemas.

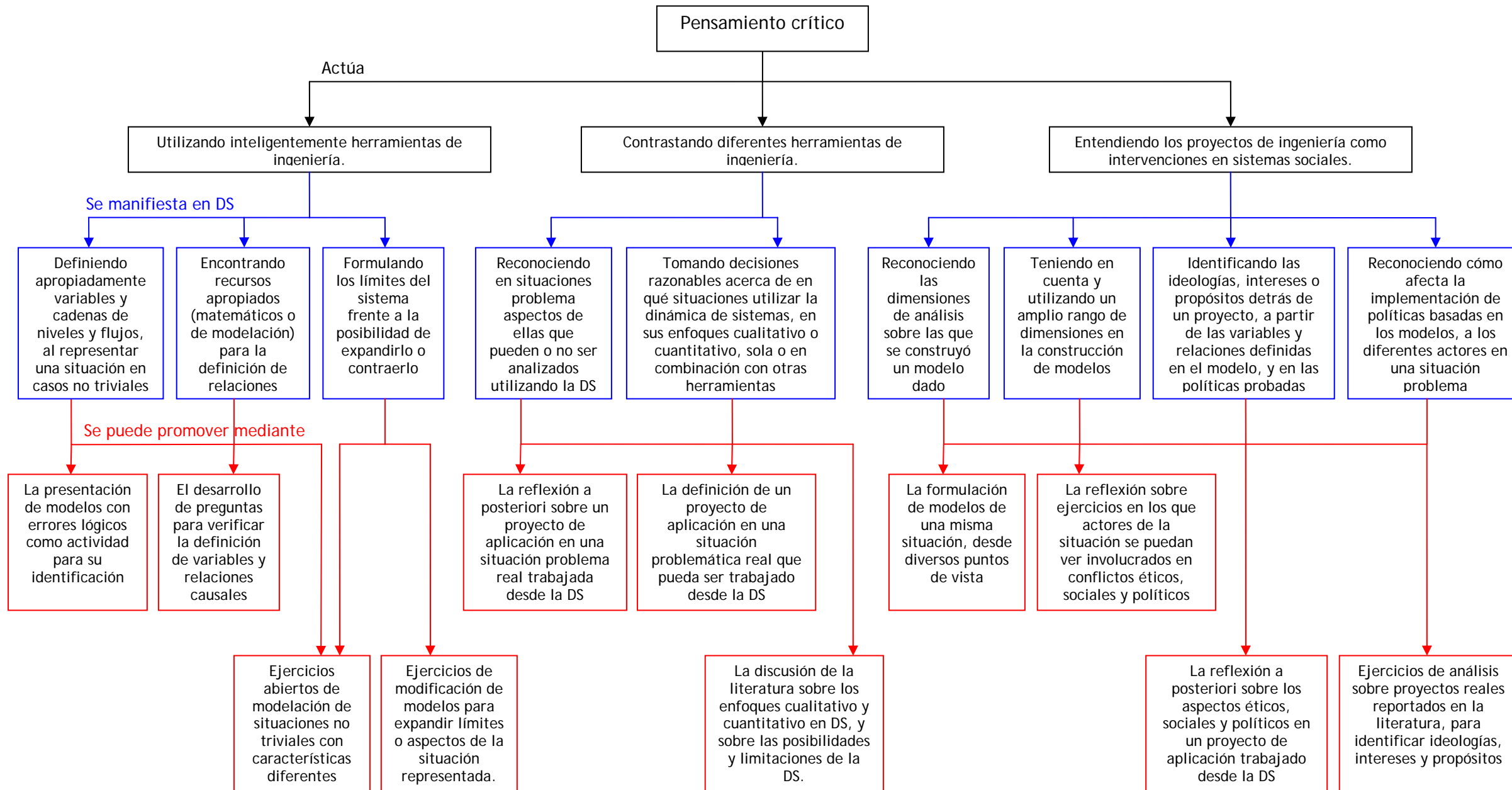


Figura 1. Esferas de pensamiento crítico en ingeniería, sus manifestaciones y formas de promoverlas en dinámica de sistemas

El objetivo de los elementos de diseño de actividades para apoyar la promoción de pensamiento crítico estuvo orientado a la inclusión de ejercicios y casos a lo largo de todo el semestre, a medida que se avanzaba en el aprendizaje sobre características de la herramienta. En general, la idea principal consistió en aprovechar los diferentes ejercicios de modelación que se trabajan durante todo el semestre para entrenamiento de los estudiantes, e incluir en ellos discusiones que apuntaran a los objetivos de pensamiento crítico. De todos modos, hubo sesiones de clase y ejercicios específicos dedicados exclusivamente a objetivos de pensamiento crítico, como por ejemplo algunas al final del semestre en las cuales se hizo análisis crítico de proyectos de dinámica de sistemas. En un caso, los productos de esta actividad fueron evaluados formalmente, así como analizados como parte de este proyecto de investigación. Otros elementos que contribuyeron a la observación y al establecimiento de conclusiones estuvieron dados por encuestas y entrevistas. Las primeras, dirigidas a todos los estudiantes del curso, las segundas, dirigidas a un grupo de estudiantes con el fin de evaluar la percepción y la conciencia sobre actividades y espacios de clase que aportaron al mejoramiento de habilidades y disposiciones generales de pensamiento crítico.

5.2 Resultados y observaciones

El proceso de seguimiento de las conversaciones permitió observar las estructuras de mayor aparición durante el semestre. Razono Hacia la Respuesta del Profesor, Dígame la Verdad y Conversación Discursiva, fueron los géneros que más se presentaron en las conversaciones registradas en las sesiones de clase. El género Dígame la verdad se presentó en las conversaciones que trataron explicaciones formales, en su mayoría sobre aspectos técnicos de la dinámica de sistemas. El género Razono Hacia la Respuesta del Profesor se presentó tanto en conversaciones relacionadas con el uso de la dinámica de sistemas y sus recursos de modelación como en conversaciones sobre aspectos como el análisis de posiciones de actores en un sistema y de decisiones que pueden tomarse en el sistema mediante los resultados de simulaciones y prueba de políticas en modelos de dinámica de sistemas. En algunos casos, la aparición de este género representó la intención del profesor por dirigir la atención de los estudiantes hacia aspectos relacionados con la tercera esfera de pensamiento crítico. La Conversación Discursiva se presentó en discusiones donde los participantes comentaron decisiones apropiadas de modelación, efectos de políticas, ideologías y puntos de vista en los sistemas de estudio y consideraciones éticas, analizando las intervenciones hechas por los compañeros. De manera interesante, las entrevistas y encuestas a estudiantes realizadas al final del semestre mostraron que ellos reconocieron el énfasis que esta clase tuvo en la promoción de argumentación en la cual se tenían que confrontar las posiciones, justificarlas, evaluarlas, y no formularlas como simples opiniones que no se puede controvertir. A pesar de este reporte, durante el semestre la investigación mostró algunas de las creencias y actitudes que afectan la promoción de pensamiento crítico en términos generales en el aula de clase. Por ejemplo, de manera casual como parte de un ejercicio de modelación en educación, salió a relucir la concepción de que el tamaño óptimo de un curso era de un estudiante, dado que el profesor podría dedicar todo su tiempo a darle explicaciones a ese estudiante. En el fondo, esto refleja la importancia que algunos estudiantes dan a la autoridad del profesor al considerar que su conocimiento puede ser respuesta a todas las dudas e inquietudes generadas sobre los temas tratados. Esta observación subestima la construcción de conocimiento en grupo, a partir de los aportes de todos los participantes en las conversaciones de clase. Adicionalmente, la confianza en los textos e información recibida y la consideración de que no es necesario analizarlos de manera crítica se presenta en algunos estudiantes al creer que de otra manera no sería presentada en un curso ni publicada en libros o revistas. Un tercer elemento significativo apareció en una conversación en clase en la cual se estaban formulando criterios de evaluación de modelos y proyectos de dinámica de sistemas. En ella, una estudiante dio a entender con una pregunta que eran más

importantes los criterios que se basaban en aspectos técnicos de los modelos que los que indagaban sobre los propósitos del modelo. Aunque puede ser necesaria una investigación para confirmarla, nuestra percepción es que los estudiantes de ingeniería normalmente creen que al ser contratados para el desarrollo de un proyecto, prima la capacidad de llevarlo a cabo frente a la consideración ética de su propósito final.

Por otro lado, la primera esfera de pensamiento crítico se hizo presente de manera constante en los contenidos de la materia, representada en conversaciones verificando relaciones causales y definición de variables sobre los ejercicios desarrollados. La mayoría de estas conversaciones fueron realizadas por todo el curso, con el objetivo de involucrar la participación de varios estudiantes y dar oportunidades a lo largo de todo el semestre para la solución de inquietudes; sin embargo, en ocasiones tuvieron lugar en grupos de trabajo más pequeños.

La segunda esfera se presentó en conversaciones relacionadas con aspectos más específicos de la construcción de modelos, como la formulación de demoras y de relaciones no lineales entre variables. Estos espacios permitieron contrastar la dinámica de sistemas con herramientas como la estadística, los procesos estocásticos y la simulación de eventos discretos. Sin embargo, en nuestro análisis fue la segunda esfera de acción del pensamiento crítico la menos promovida en las actividades del curso, y en la que menos impacto se obtuvo.

La tercera esfera de pensamiento crítico apareció principalmente en las actividades diseñados específicamente para tal fin, dentro de temas como la construcción de diagramas de ciclos causales, de niveles y flujos, la relación entre estructura y comportamiento de modelos, y, por supuesto, en la evaluación y análisis crítico de proyectos al final del semestre. Sin embargo, en algunas contadas ocasiones se aprovechó el espacio de algunos ejercicios cuyo fin era el de lograr un aprendizaje de elementos puramente técnicos de la dinámica de sistemas, introduciendo dentro de la conversación aspectos de la modelación que se relacionan con los propósitos, intereses e ideologías de quien construye el modelo. Un caso significativo ocurrió en una conversación alrededor de un ejercicio sobre una empresa manufacturera en el cual los estudiantes tomaron diversas posiciones según actores del sistema, tanto directivos como empleados y clientes, analizando las variables de impacto que podrían interesar a cada uno de ellos. Los conflictos entre los puntos de vista analizados, como los efectos de la decisión de disminuir los salarios, tomada por el gerente, sobre los trabajadores, permitieron la generación de preguntas sobre los objetivos de la realización del modelo en comparación con posiciones éticas personales. En el aspecto que formula la inclusión de conflictos éticos, sociales y políticos como situaciones a ser representadas en las actividades diseñadas, se incluyó el caso de la competencia entre empresas y de la explotación como medio para fortalecer las posiciones de las mismas frente a sus competidoras. Este ejercicio, además de permitir la representación de situaciones sociales con conflictos éticos y la observación de la pertinencia de la herramienta de la dinámica de sistemas para este objetivo, permitió también el análisis de los efectos sobre consumidores, mercado y empresas y promovió el análisis de las posiciones que como consumidores, pueden tener los estudiantes en la situación. No obstante, en el ejercicio de análisis crítico de proyectos realizado y evaluado al final del semestre observamos una división relativamente clara entre estudiantes que adoptaban dos posiciones diferentes: aquéllos que entendían la crítica como relacionada fundamentalmente con lo técnico (primera y posiblemente segunda esferas del pensamiento crítico), y que se limitaron por tanto revisar los aspectos técnicos del modelo; y aquéllos que adoptaron el pretendido enfoque ético, político y social de la gestión de este modelo. Es decir, a pesar de las actividades realizadas durante el semestre para ese fin, un grupo importante de estudiantes no entendió a los proyectos de dinámica de sistemas como intervenciones en sistemas sociales, lo cual es indispensable en la tercera esfera de acción del pensamiento crítico en ingeniería. Adicionalmente, encontramos que al salirse de los aspectos puramente técnicos de las dinámica de sistemas, para este tipo de

pensamiento crítico es necesario también tener conocimiento sobre los dominios de acción específicos dentro de los cuales se construyen los modelos. En concreto, por ejemplo, un ejercicio de análisis crítico de un proyecto que utiliza un modelo de dinámica de sistemas sobre crecimiento económico, se facilitó para aquellos estudiantes que estaban estudiando economía a la vez que ingeniería industrial (que, curiosamente, eran casi una quinta parte de la clase) en comparación con aquellos que no. En particular, a los primeros se les ocurría más fácilmente *cuáles perspectivas no habían sido tenidas en cuenta, y qué alternativas habían podido ser adoptadas*. Esto muestra la importancia de saber aprovechar e integrar los conocimientos provenientes de otras fuentes, entre los cuales se encuentran los cursos de formación integral que son obligatorios en ésta (Universidad de los Andes) y en otras universidades.

Otro hallazgo se refiere a algunas dificultades prácticas que se mostraron importantes en la promoción de pensamiento crítico. La necesidad de “cubrir los temas” antes de un examen impuso frecuentemente un sentido de urgencia que limitó la extensión de algunas discusiones sobre ejercicios que trataron elementos de pensamiento crítico. Adicionalmente, entre las dificultades que se encuentran al idear mecanismos para promover la comparación y el contraste entre la dinámica de sistemas y otras herramientas de ingeniería, se encuentra el enfoque de los cursos dirigido al aprendizaje y la práctica sobre una herramienta específica, limitando los espacios para actividades que requieran la utilización en conjunto de varias herramientas.

6 Comentarios finales

Sobre el proceso de aprendizaje de una dinámica de sistemas crítica, para los profesores, se requiere un desarrollo continuo de acciones que permitan definir objetivos y actividades claras para promover habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes. Estas acciones comprenden la construcción de un perfil de pensamiento crítico desde y frente a la herramienta sobre la que se aprende, el desarrollo de un proceso de observación en el aula de clase para identificar muestras de pensamiento crítico en los estudiantes, la evaluación de la interiorización de estos aspectos en ellos y la caracterización de creencias o actitudes que limitan o motivan la promoción de habilidades de este tipo, para así poder formular actividades que permitan reformular creencias y evitar o fomentar ambientes. Este ciclo de actividades debe estar presente de manera frecuente, pues requiere crecimiento y aprendizaje del profesor o del observador externo, para mejorar la identificación de muestras de pensamiento crítico y para ampliar las ideas y la creatividad sobre nuevas actividades a desarrollar. Por otro lado, partiendo de las acciones básicas que deben mantenerse en el camino de lograr un aprendizaje crítico de la dinámica de sistemas, se encontraron elementos más específicos a mejorar y tener presentes en investigaciones futuras. Para el seguimiento y la mejora en la identificación de muestras de pensamiento crítico es importante mantener una observación permanente, o al menos frecuente, en el aula de clase, registrando las conversaciones y otros elementos de clase que pueden afectar el ambiente y el desarrollo de actividades. Para esto, un diario de campo se presenta como una herramienta de gran utilidad. Adicionalmente, las creencias y actitudes observadas que obstaculizan el desarrollo de un pensamiento crítico deben ser tenidas en cuenta en investigaciones y experiencias futuras para diseñar actividades que busquen su reformulación. Los ambientes de clase y contextos de las actividades que permitieron la entrada de discusiones relacionadas con pensamiento crítico deben servir de marco para crear nuevas y mejores actividades. Los elementos comunes a estas actividades fueron la contextualización de los casos en situaciones reales o en situaciones cercanas a la experiencia de los estudiantes y el desarrollo de discusiones y ejercicios de construcción y análisis de modelos en grupos.

Una de las ideas que fundamentan el sentido de la promoción de pensamiento crítico en ingeniería está relacionada con su carácter de aplicar diferentes herramientas para encontrar

soluciones a problemas. La importancia de promover pensamiento crítico en el aula de clase está, entonces, orientada a la formación de un ingeniero crítico tanto en su dimensión personal, al tratar con posiciones éticas, como en su desempeño profesional. Lo que se esperaría a partir de proyectos de promoción de pensamiento crítico sobre herramientas de ingeniería, es que lo aprendido en estos aspectos sea interiorizado y aplicado en otros contextos, fuera del salón de clase. Uno de los mayores retos para la investigación futura, está representado por la evaluación de la efectividad de estos alcances en contextos de aplicación externos al aula, aspecto difícil de evaluar, según se apreció en algunas entrevistas realizadas a estudiantes pertenecientes al curso donde se desarrolló la observación, pero fundamental para los objetivos de este proyecto.

7 Lista de referencias

- Cavana, R. y Mares, E. (2004). Integrating critical thinking and systems thinking: from premises to causal loops. *System Dynamics Review*, 20(3), 223-235.
- Darder, A., Baltodano, M. y Torres, R. (2003). Critical pedagogy: An introduction. En *The critical pedagogy reader*. Nueva York: Routledge.
- Ennis, R. (1995). *Critical thinking*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Fisher, A. (2001). *Critical thinking: An introduction*. Cambridge: Cambridge University.
- Forrester, J. (1961). *Industrial dynamics*. Cambridge: MIT Press.
- Frankenstein, M. (1998). Reading the world with maths: Goals for a critical mathematical literacy curriculum. Disponible en <http://www.nottingham.ac.uk/csme/meas/papers/frankenstein.html> [09-2007]
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo XXI.
- Giroux, H. (1997). *Pedagogy and the politics of hope: Theory, culture, and schooling*. Boulder: Westview.
- McLaren, P. (1994). Multiculturalism and the post-modern critique: Toward a pedagogy of resistance and transformation. En H. Giroux and P. McLaren (eds.), *Between borders: Pedagogy and the politics of cultural studies*. Nueva York: Routledge, 192-222.
- Mejía, A. (2002). *A critical systemic framework for studying knowledge imposition in pedagogy*. Tesis doctoral sin publicar, Escuela de Negocios, Universidad de Hull, Hull, Reino Unido. Disponible en <http://www.prof.uniandes.edu.co/~jmejia/thesis/thesis.htm> [09-2007]
- Mejía, A. (2007). Tres esferas de acción del pensamiento crítico en ingeniería. Conferencia magistral presentada en el *1er Congreso Técnico de Ingeniería CICTI 2007*, Maracaibo.
- Mejía, A. (En evaluación). How do we cause, judge, and understand each other's problems? On the possibility of pluralist system dynamics models.
- Mejía, A. y Molina, A. (2007). Are we promoting critical autonomous thinking? Observing conversational genres can help us answer that question – but not too much. *Cambridge Journal of Education*, 37(3), 409-424.
- Mejía, A., Orduz, M. y Peralta, B. (2006). ¿Cómo formarnos para promover pensamiento crítico autónomo en el aula? Una propuesta de investigación acción apoyada por una herramienta conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación*, 39(6). Disponible en <http://www.rieoei.org/deloslectores/1499Mejia.pdf> [09-2007]
- Norris, S. y Ennis, R. (1989). *Evaluating critical thinking*. Pacific Grove: Midwest.
- Parra, J., Niño, V. y Duarte, L. (2000). Micromundo soporte para la introducción a la ingeniería de sistemas sociales como elemento fundamental de la formación en participación ciudadana, un enfoque dinámico sistémico. Ponencia presentada en *RIBIE 2000, V Congreso Iberoamericano de Informática Educativa*, Viña del Mar, diciembre de 2000.
- Paul, R. (1993). *Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world*. The Foundation for Critical Thinking.
- Parra, J. y Andrade, H. (2002). ¿Una dinámica de sistemas para el reconocimiento (de la perspectiva ajena), como una reinterpretación de un llamado esencial del enfoque de sistemas? Ponencia presentada en el

I Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas: Dinámica de Sistemas en la Práctica, Medellín, 2002.

Quaden, R., Ticotsky, A. y Lyneis, D. (2004). *The shape of change*. Acton: The Creative Learning Exchange.

Richmond, B. (1993). Systems thinking: Critical thinking skills for the 90s and beyond. *System Dynamics Review*, vol.9, no.2, 118-130.

Senge, P. (1990). *The fifth discipline: The art and practice of the learning organization*. Nueva York: Doubleday.

Siegel, H. (1988). *Educating reason: Rationality, critical thinking and education*. Londres: Routledge.

Sotaquirá, R. (2002). Una práctica crítica de la dinámica de sistemas en Colombia: experiencias y especulaciones. Ponencia presentada en el *I Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas: Dinámica de Sistemas en la Práctica*, Medellín, 2002.

Ulrich, W. (1991). Critical heuristics of social systems design. En Flood, R. y Jackson, M. (eds.), *Critical systems thinking: Directed readings*. Chichester: Wiley.

Vriens, D., and Achterbergh, J. (2006). The social dimension of system dynamics-based modelling. *Systems Research and Behavioral Science*, 23(4), 553-563.

Young, R. (1992). *Critical theory and classroom talk*. Clevedon: Multilingual Matters.

8 Anexos

8.1 Anexo 1. Ejercicio de modelación de una situación presentada de forma abierta

Enunciado

Para la situación problemática sobre la cual trata el texto a continuación

- Identifique el problema a modelar
- Haga explícitos sus supuestos que no sean evidentes y los fundamentos para los mismos basados en la información disponible. Sustente de igual forma sus hipótesis y los fundamentos para las más importantes relaciones de causalidad incluidas.
- Construya un diagrama de ciclos causales para el problema identificado; utilice 15 variables como máximo.
- Señale los ciclos causales presentes en su modelo y especifique su polaridad.

PLANEACIÓN PÚBLICA, TRANSPORTE Y DINÁMICA DE SISTEMAS

Texto basado en: (i) "La olla a presión del transporte público en Bogotá". Arturo Ardila Gómez. Revista de Ingeniería #21 Facultad de Ingeniería. Universidad de los Andes mayo 2005. (ii) "El Paro de los transportadores de Bogotá es justo". Mayo 2006. www.moir.org.co (recuperado el 13 de febrero de 2007). (iii) "Bogotá requiere de un sistema de transporte integrado y multimodal" www.eltiempo.com. Febrero 2007 (Recuperado el 17 de febrero de 2007)

'De nada sirve intentar restringir el uso del carro si no hay un transporte público atractivo'
Ortiz

El problema del transporte en Bogotá y la implementación de políticas es un claro ejemplo de cómo una problemática puede involucrar varios actores, intereses y consecuencias de las acciones implementadas por parte de las organizaciones. En Bogotá ha existido una persistente sobreoferta de vehículos de transporte público. Ésta emerge como consecuencia de la interacción de varios elementos diferentes. El transporte en la ciudad se caracteriza por estímulos para la entrada de nuevos vehículos, un gran poder de los empresarios del transporte sobre las organizaciones encargadas de regular y vigilar el adecuado funcionamiento del transporte, y una serie de incentivos perversos que conducen a aumentar la sobreoferta y conducir a estimular el crecimiento del problema en la ciudad.

Los costos del pasaje

En la ciudad se encuentra que existe una ocupación por bus que es menor a los estándares de otras ciudades. Esto implica básicamente que “los buses transportarán menos personas ante unos costos fijos que siguen siendo constantes y un precio de la gasolina en constante incremento”. Por ello no es de extrañar que existan presiones del sistema por aumentar el precio del pasaje (para mantener la rentabilidad del negocio). Arturo Ardila menciona que, en el periodo de 1995 a 2000, las tarifas para casi todos los tipos de vehículos crecieron por encima de la inflación de manera importante. Esto estimuló a los empresarios a invertir dentro del negocio del transporte, aumentando el tamaño del parque vehicular. Esto se debía en gran parte a la manera en que era estimada la tarifa del precio del pasaje para los diferentes tipos de buses en la ciudad, ya que ésta era estimada en función del volumen de vehículos (cuando el cálculo de la tarifa tenía en cuenta dicho volumen, la tarifa subía automáticamente a medida que la ocupación de los vehículos bajaba). Esta forma de calcular la tarifa condujo a una esperada sobreoferta porque al aumentar el parque automotor la capacidad del sistema aumentaba, frente a una demanda que no aumentaba proporcionalmente a este aumento del parque automotor afectando el número de pasajeros por vehículo y la tarifa. “La situación se agrava cuando tomamos en cuenta la larga vida útil autorizada por el Congreso de la República. Una vida útil tan larga hace que los propietarios de un vehículo no tengan por qué ahorrar para reponerlo. Finalmente, el precio de un bus viejo ha aumentado debido a que hay una mayor demanda de éstos, principalmente por parte de los operadores de TransMilenio que deben chatarrizar un número de buses viejos por cada bus articulado” .

El poder de los empresarios

Las empresas de transporte público derivan sus ganancias de afiliar buses y no de transportar pasajeros. Los gerentes de las empresas reciben comisiones cercanas al 10% por cada bus nuevo que logran vender. A los gerentes de las empresas, entonces, les interesa que entren buses nuevos y que no salgan los buses antiguos de circulación porque son la manera de maximizar ganancias. Los buses viejos tienen un valor alto debido a este “cupó.”

Los incentivos perversos

Según Ardila, se encuentra que “la situación actual del sistema de transporte colectivo en Bogotá es análoga a lo que ocurre dentro de una olla imantada a presión. El sistema atrae actores [...] que quieren participar en las decrecientes, pero significativas, ganancias relativas que ofrece el sistema. A medida que entran actores, sube la presión en el sistema. La presión baja—en la analogía la olla “pita”—cuando el gobierno distrital sube la tarifa o cuando el gobierno nacional extiende la vida útil legal de los buses. Pero cada vez que la olla “pita”, sólo atrae más actores o evita que salgan algunos, con lo cual la presión pronto sube a un nivel aún más alto. Cada vez, sin embargo, es más difícil que la olla “pita” y que la presión baje en el sistema de transporte público. Como cualquier olla a presión, si no hay cómo bajar la presión el sistema puede explotar y lastimar a muchos”. Adicionalmente se encuentra la motivación para tener un parque automotor viejo (que contamina más, genera más ruido y es más ineficiente), pero con buses que son lo suficientemente rentables ya que generan “un ingreso neto de casi dos salarios mínimos por mes; colocar la misma cantidad de dinero en un certificado de depósito a término genera sólo algo más de medio salario mínimo mensual”. Esto se deriva del desempeño mediocre de la economía colombiana en la última década como generadora de alternativas atractivas de inversión.

¿Y las personas que viven del transporte?

Para algunos actores (como lo es la CUT), “este tipo de esquemas de transporte, no contemplan una salida democrática para la situación en que quedan miles de conductores asalariados y pequeños y medianos propietarios, generando entonces un problema no esperado asociado al desempleo de gran cantidad de familias”. Este efecto no sólo se traduce en el deterioro de la calidad de vida de algunas personas, sino que genera adicionalmente un inconformismo ante las medidas gubernamentales que derivan en acciones de hecho (bloqueos, aumento de los buses piratas) que pese a reflejar el malestar y la angustia de quienes pierden su medio de subsistir (el bus se convierte en una herramienta que permite alimentar a familias completas), conducen a una legítima preocupación por parte de los organismos gubernamentales por tener un sistema mucho más confiable. Por ello consultores como Mario Noriega afirman que “pensar que podemos depender solo de TransMilenio (TM) no es realista. La multimodalidad es inevitable. Los mejores sistemas del mundo son redundantes: es decir, ofrecen varias vías para llegar a un mismo sitio”. De la misma manera, para Jorge Matiz, de la Universidad Nacional, “el punto no está en discutir si debemos escoger entre metro, tranvía, TransMilenio o busetas. La clave - subraya- está en la concepción y el manejo de un esquema integral e integrado, que responda a una planificación, a un orden y a una estrategia.” Es por esto que aspectos de una reforma del sistema del transporte urbano – como puede ser la chatarrización – son considerados esquemas que expropián bienes y que impiden la competencia entre varias empresas, permitiendo la existencia de monopolios (que terminan afectando la libertad de los usuarios del sistema de transporte) sin detenerse a considerar soluciones para el empleo y la consecución de ingresos de miles de familias bogotanas que viven del transporte público de pasajeros.

Papel de Transmilenio

“Nadie está planteando que TM haya sido un error ni desconociendo lo que ha aportado a la ciudad, pero solo mueve al 20 por ciento de las personas que usan transporte público y eso nos obliga a levantar la mirada. Aquí el punto es cómo mejoramos los tiempos y la calidad de los desplazamientos al grueso de los bogotanos”. Por ello, personas como Eduardo Uribe, profesor de la Universidad de los Andes consideran que al plantear una alternativa de transporte ha de pensarse que es “un asunto que va más allá de los costos y características técnicas de cada sistema: hay consideraciones de tipo ambiental, de salud pública, de impacto económico, de desarrollo urbanístico, entre otras, que hay que considerar.”

Algunos elementos de discusión

La primera dificultad de modelación aquí consiste en que en general, las opiniones de los expertos mencionados en el texto corresponden a visiones lineales (y no circulares), con una excepción relacionada con la idea de la “olla a presión”. De esta manera, los estudiantes deben utilizar su juicio para “traducir” a pensamiento circular lo que ha sido descrito desde pensamiento lineal. Adicionalmente, el hecho de que la situación planteada no haya sido cerrada a una interpretación particular ni a una definición particular de problema y de variables causales asociadas, junto con la especificación incompleta de los aspectos relevantes de la situación por partir de información fragmentada, demandan de los estudiantes el uso de su juicio para resolver el problema de modelación. A la vez, la dificultad del ejercicio permite que sea posible cometer y luego reflexionar sobre errores técnicos en el diagrama, como la formulación de ciclos ficticios (ver ponencia de Mejía, Díaz, Díaz y Olaya, en este mismo congreso), el establecimiento de relaciones causales que deberían pasar –pero no lo hacen– por variables que están presentes en el diagrama, etc.

8.2 Anexo 2. Ejercicio de modelación de una situación presentada de forma abierta, y discusión crítica de los modelos propuestos

Enunciado

Acerca de la situación problemática relacionada con el fraude académico en la universidad, construya un diagrama de ciclos causales que permita representar dicha situación, identificando los ciclos de retroalimentación presentes en su diagrama.

Algunos resultados

A partir de las respuestas de los estudiantes, que en general presentaban errores técnicos y estaban a veces incompletos, construimos tres diagramas técnicamente correctos, pero que reflejaban tres enfoques muy diferentes presentes en las respuestas de los estudiantes.

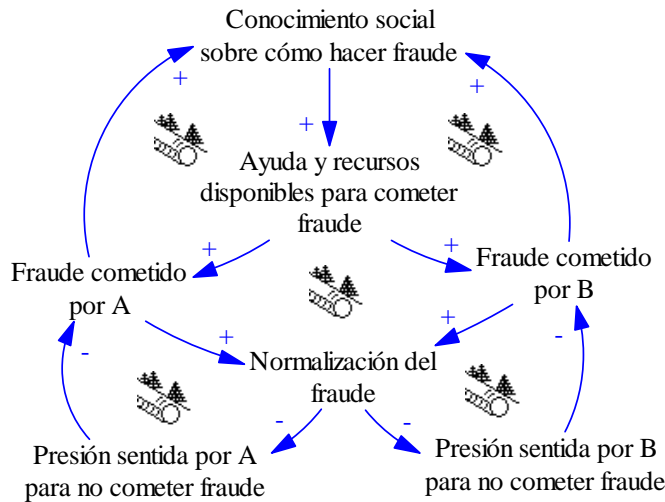


Figura 2a

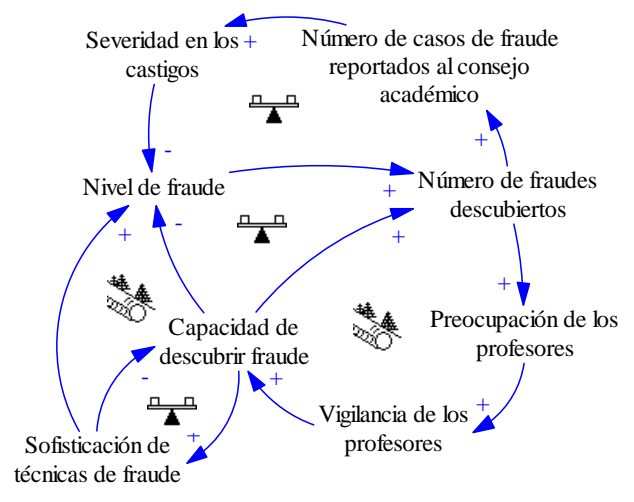


Figura 2b

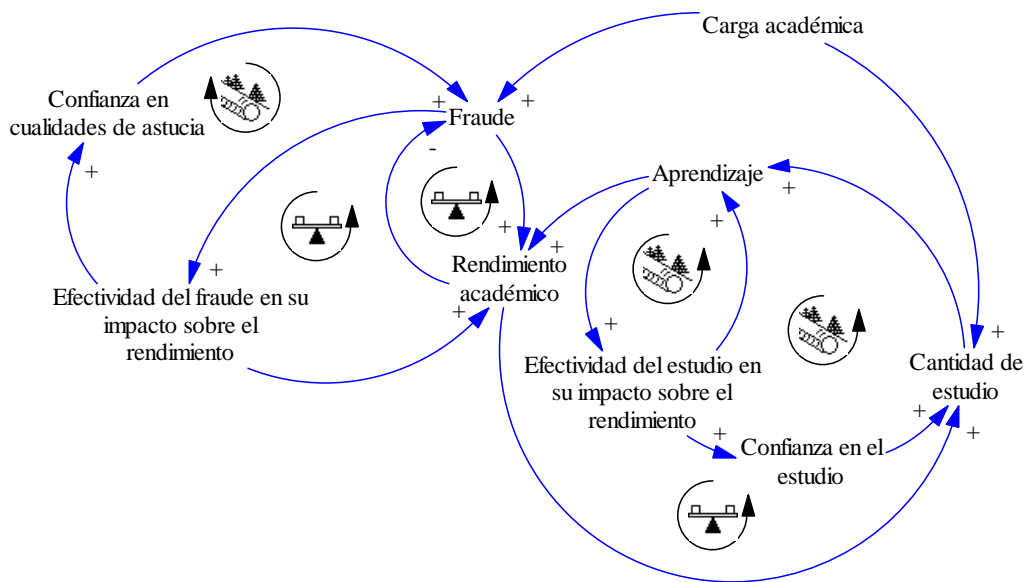


Figura 2c

Algunos elementos de discusión

El modelo de la figura 2a se concentra en las redes sociales que se construyen alrededor del fraude académico, así como la presión social. Es, si se quiere, un punto de vista de la psicología

social. El diagrama en 2b es un ejemplo del enfoque más común, de lejos, en las respuestas al enunciado: concentrado en la vigilancia y la represión al fraude, muestra una dinámica de “el gato y el ratón”. Por último, 2c muestra un enfoque más individual, concentrándose en los factores de carga académica y confianza en sí mismo que inciden en la comisión de fraude académico. Cada uno de estos diagramas abre posibilidades diferentes de intervención, y posiblemente contempla como importantes diferentes propósitos adicionales a la reducción del fraude académico: por ejemplo, la generación de auto-confianza aparece como un resultado posiblemente pertinente, *per se*, en 2c, y no en los otros dos. La discusión promovida se centra en estos aspectos.

8.3 Anexo 3. Ejercicio de modelación de una situación presentada de forma abierta, y discusión crítica de los modelos propuestos

Enunciados

8.3.1 Lea el texto “Espirales de la violencia”, de Sebastián Jaén e Isaac Dyner, *Revista de Dinámica de Sistemas*, 1(1), septiembre de 2005.

Usted debe analizarlo de forma crítica tanto técnica como sistémicamente. Para ello,

- Revise la consistencia técnica del diagrama de ciclos causales.
- Describa con una frase significativa o con un párrafo corto el rol que juega cada uno de los ciclos causales en la situación. Esta descripción debe mostrar por qué cada ciclo es de balance o de refuerzo.
- Identifique qué variables de impacto y qué variables de decisión se están utilizando en este caso. Con base en ello y en cualquier otro elemento pertinente, analice qué perspectiva se está utilizando para la construcción del modelo en esta situación.
- Construya un diagrama de ciclos causales (DCC) alternativo sobre este tema, desde alguna perspectiva diferente.

Algunos elementos de discusión

En el diagrama de ciclos causales de *Espirales de la violencia* se plasma el efecto causal de mecanismos como la duración de las penas, la reacción de la sociedad, el aprendizaje delincinencial y la cohesión criminal, sobre la violencia, adoptando un enfoque que asume la racionalidad económica de los delincuentes. Adicionalmente, las políticas que se ponen a prueba con el modelo proponen cambios en las políticas de represión y en la duración de las penas. En la discusión analizamos las concepciones detrás de los supuestos de racionalidad económica y de causalidad basada en la debilidad o fortaleza de la represión estatal, al igual que posibles concepciones alternativas que desde ideologías diferentes podrían haberse adoptado (como una concepción de causas sociales de la violencia, o una concepción planteada desde la psicología social, entre otras), y las razones por las cuales posiblemente no lo fueron. Al final del semestre los estudiantes respondieron una evaluación con un enfoque similar, esta vez acerca del artículo “Un enfoque sistémico sobre el proceso de crecimiento: la convergencia en el largo plazo”, de M^a Dolores Soto Torres y Ramón Fernández Lechón, en *Revista de Dinámica de Sistemas*, 2(2), septiembre de 2006.