

LOS ESTUDIANTES REPETIDORES DE UNA ASIGNATURA Y LA REALIMENTACIÓN NEGATIVA: ASPECTOS COMPARATIVOS

DOMINGO PEÑA, Joan; MARTÍNEZ GARCÍA, Herminio; GÁMIZ CARO, Juan

joan.domingo@upc.edu

Universidad Politécnica de Catalunya, España, Escola d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona

RESUMEN

Una asignatura puede considerarse como un sistema de producción de conocimiento que tiene los mismos elementos que un sistema de control. Posee, por tanto, unos flujos de entrada y salida, así como unos mecanismos de regulación que aseguran que entre dichos flujos de entrada y de salida exista una cierta relación estable. Esta relación puede definirse mediante alguna función matemática, lineal o no, que rijan o defina la transferencia entre los mencionados flujos de entrada y de salida.

Si esta función no existe, la asignatura no tiene ningún mecanismo de control sobre la cantidad de aprobados y suspendidos en relación al número total de estudiantes matriculados. Esta función, lógicamente, no rige de forma rígida el número de aprobados y suspendidos, pero es una referencia que puede tenerse en cuenta, sobre todo en las asignaturas cuyo número de suspensos es, sistemáticamente, muy elevado. El trabajo cooperativo es uno de los parámetros más importantes que pueden ayudar a subsanar la falta de regulación de dichos flujos.

El objetivo de la presente comunicación es la de presentar una analogía entre un sistema de control en lazo cerrado (o servosistema) y una asignatura universitaria, con la finalidad de evidenciar que los flujos de entrada y salida de los estudiantes matriculados en la misma pueden analizarse de la misma forma que se analizaría un servosistema, poniendo énfasis en la forma de proceder a partir de elementos comunes a las asignaturas y a los sistemas de control en lazo cerrado.

Aunque existe una cierta componente matemática, pretendemos evidenciar que se puede tratar una asignatura, en primera instancia, como un sistema cualquiera y que no responde de forma distinta a si fuera, por ejemplo, un regulador de temperatura o un control de cualquier sistema productivo que pretendiera mantener un valor de salida estable, igual al deseado.

Palabras clave: Estudiantes Repetidores, Realimentación Negativa.

1. Introducción. El Efecto de los Estudiantes Repetidores en una Asignatura.

Es evidente que sería de mucha utilidad que los profesores que imparten una cierta asignatura conocieran la relación, al menos aproximada, entre los estudiantes que ingresan y los que egresan, y conocieran además los motivos por los que va a haber determinada cantidad de aprobados (aunque fuera también de forma aproximada). No obstante, parece que determinar esta relación es imposible, puesto que la experiencia conseguida de los resultados de un curso no implica necesariamente la toma de decisiones para el siguiente orientadas a mejorar el flujo de estudiantes.

Póngase el siguiente caso: si a una asignatura acceden 100 nuevos estudiantes cada curso, por ejemplo, y suspenden un determinado porcentaje, el siguiente curso va a tener los 100 estudiantes matriculados por primera vez más los repetidores. Y así de forma sucesiva. En la figura 1.1 se muestra, para varios escenarios de porcentajes de estudiantes suspendidos por curso constantes (no es así en la realidad por lo que esta simulación tan sólo es una aproximación), cuántos cursos tarda una asignatura en estabilizar la cantidad de estudiantes. Se ha considerado que la asignatura es semestral o cuatrimestral y, por tanto, se imparte dos veces en cada curso académico.

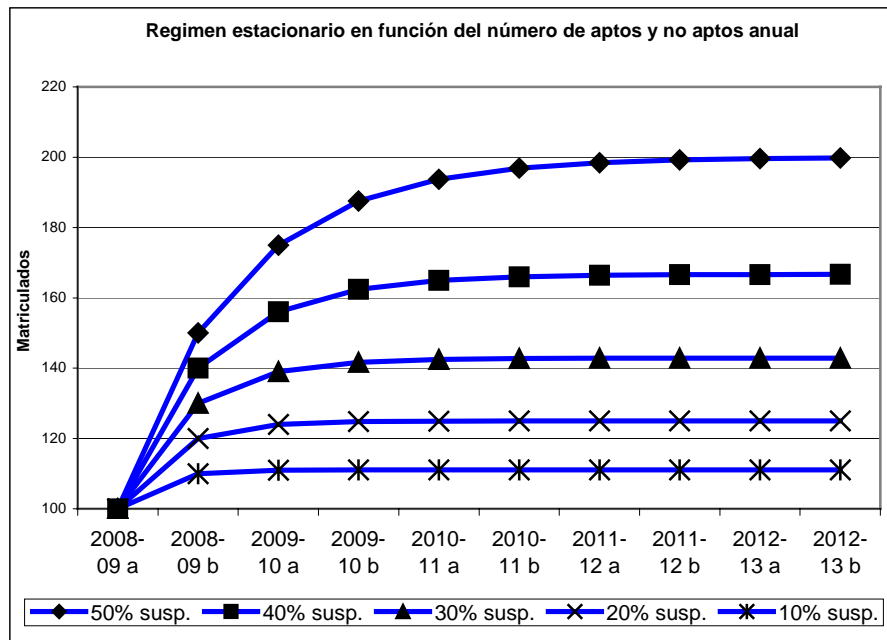


Figura 1: Efecto del número de suspensos constante sobre la cantidad final (régimen estacionario) de estudiantes que una asignatura puede tener.

En la figura 1 puede observarse que una asignatura que tiene en cada curso un determinado número de suspensos porcentuales, más o menos constante, alcanza su estado estacionario, en cuanto a la cantidad de estudiantes matriculados, en función del porcentaje de dichos repetidores. Cuantos menos repetidores tenga una asignatura, antes se alcanza el estado estacionario y se mantiene una cantidad total de matriculados muy cercana a la cantidad nominal. De esta forma, si el porcentaje de estudiantes suspensos es, de forma sostenida, igual al 50% cada curso, se llega en cuatro cursos académicos a doblar el número de estudiantes.

Parece razonable pensar que, si no es posible establecer un flujo de estudiantes suficiente, una asignatura se verá inexorablemente abocada al colapso por exceso de estudiantes al cabo de pocos años. Además, será muy difícil tener una docencia de calidad a causa de la masificación que ello provocaría y, además, impedirá hacer un razonable seguimiento de los estudiantes, hacerles trabajar en el aula, formar grupos, etc. No digamos ya si la asignatura en cuestión tiene prácticas de laboratorio, porque la cantidad de grupos puede dispararse hasta el doble del valor inicial, siendo, por lo general,

los recursos docentes los mismos y teniendo que adoptar, en consecuencia, medidas de convalidación de prácticas que siempre son un remiendo más que una solución.

Si una asignatura tiene una cantidad de suspensos variable, de alguna forma puede regular el flujo de estudiantes, tal como puede verse en la figura 1.2. Esta idea de regular flujos de estudiantes es la misma idea que rige un sistema controlado en lazo cerrado cualquiera. Es decir, un sistema controlado que toma una fracción del flujo de salida para reinyectarlo a la entrada, exactamente igual que un servosistema.

Los apartados que siguen son una demostración matemática conducente a determinar lo sensible que es un sistema (o una clase) frente a perturbaciones (cambios de horario, días festivos, clases que no han podido terminar eficazmente, temarios no completamente finalizados, competencias parcialmente adquiridas, etc.) cuando se opera a lazo abierto o cuando se opera a lazo cerrado. Esto es, cuando no se hace nada para corregir la desviación de aquello que el profesor se propone obtener (lo que denominamos consigna del sistema) y aquello que realmente obtiene y cuando el profesor hace algo para conducir el curso (o sistema) hacia donde él desea.

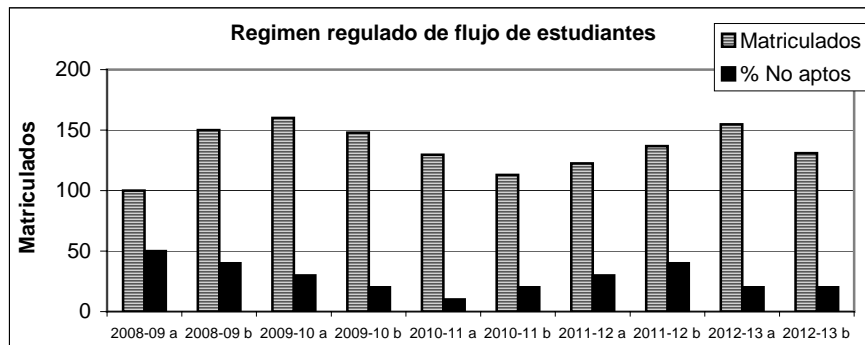


Figura 2: Efecto del número de suspensos variable sobre la cantidad final (régimen estacionario) de estudiantes que una asignatura puede tener.

2. Sistemas de Control en Lazo Abierto y en Lazo Cerrado.

Advertimos al lector que este apartado no tiene dificultad alguna para seguirlo aún tener una cierta componente matemática. Nuestra pretensión es caracterizar un sistema genérico para poder demostrar cuál es la sensibilidad frente a perturbaciones cuando opera a lazo abierto y cuando opera a lazo cerrado.

No es exactamente igual controlar que regular [1], [2]. Cuando se habla de control se hace referencia a un proceso, también conocido como planta (figura 3), por el que una o más magnitudes de entrada a un sistema cualquiera influyen sobre otras magnitudes de salida a consecuencia de las propias leyes que rigen el comportamiento de tal sistema.

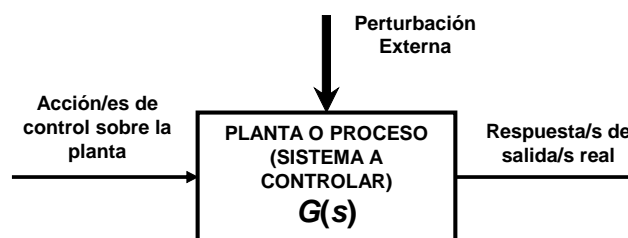


Figura 3: Planta o proceso a controlar, modelizada mediante una función de transferencia $G(s)$.

Así, la afectación de las entradas sobre las salidas no está sujeta a ninguna otra ley que la propia función que relaciona cómo se transfiere la entrada hacia la salida dentro del propio proceso. En el caso de una asignatura, la relación entre el número de estudiantes que accede a la misma y los que logran superarla depende únicamente de las leyes que rigen la propia asignatura. Dichas leyes las establece, por lo común, el profesor o grupo de profesores de la misma.

Por otro lado, se habla de regulación como de un proceso en el que se detecta de manera continuada una magnitud –la de regulación, que suele ser la variable de salida del sistema– y se compara, también de manera continuada, con una otra magnitud denominada guía o consigna. Con ello, el valor de la entrada al sistema ya no es la entrada original sino que es la diferencia entre la salida y la entrada original. Se puede considerar la regulación como un caso especial de control en el que hay una modificación de las entradas al propio proceso (figura 4). En el caso de una asignatura se debería considerar que existe una magnitud de entrada a la asignatura que consiste en los estudiantes de nuevo ingreso menos los repetidores, puesto que éstos deben ser un elemento que contribuya, por si mismo, a la regulación de la asignatura.

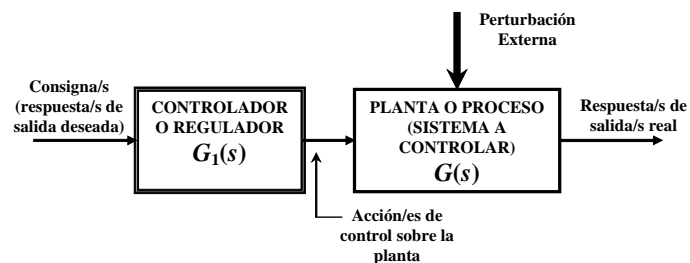


Figura 4: Planta o proceso modelizada mediante una función $G(s)$, controlada en lazo abierto con un regulador modelizado a su vez mediante una función de transferencia $G_1(s)$.

La diferencia esencial entre control y regulación, radica en que el sistema opera a lazo abierto (figura 4) o a lazo cerrado (figura 5). El resultado de operar de una u otra forma hace que un sistema en lazo cerrado (entre otras muchas ventajas) sea menos sensible a variaciones paramétricas del sistema que cuando éste opera en condiciones de lazo abierto. Por tanto, podemos decir, en términos generales y sencillos, que indudablemente es mejor hacer que un sistema o proceso opere en lazo cerrado que en lazo abierto. Los sistemas de control operando en lazo cerrado comúnmente reciben el nombre de servosistemas.

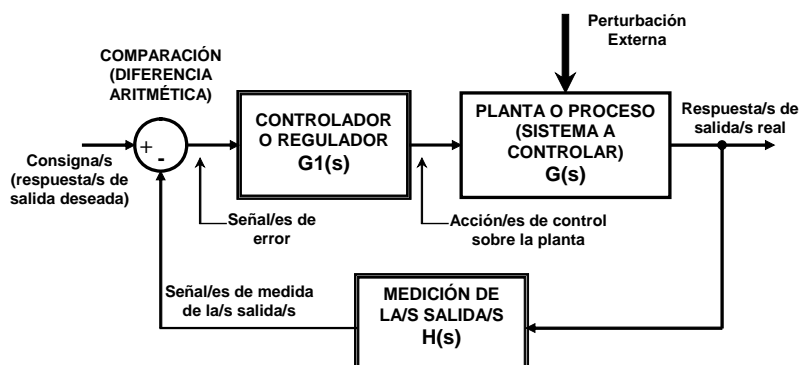


Figura 5: Planta o proceso modelizada mediante una función $G(s)$, controlada en lazo cerrado con un regulador modelizado a su vez mediante una función de transferencia $G_1(s)$.

El diseño de un sistema de control involucra dos pasos fundamentales. Primero, modelizar el proceso o planta en general, de manera que su comportamiento se pueda analizar y evaluar de forma

matemática. El segundo paso será el de diseñar un controlador apropiado para dicha planta, a fin de que el proceso responda a la influencia del sistema de control.

En el caso que nos ocupa, el proceso o planta será la asignatura bajo consideración. El controlador será el propio profesor de la misma, intercalado entre la entrada y el proceso (asignatura). La presencia del mismo permitirá operar con una función de transferencia (la relación entre la entrada y la salida) modificada, que será el producto entre la función de transferencia del controlador (diseño que ha hecho el profesor de cómo se va a desarrollar la asignatura) y la del proceso o asignatura. Esta nueva función de transferencia, generalmente compuesta, será de orden superior a la que tenía el proceso por sí solo. Esto es, una asignatura con un diseño previo y una serie de elementos que determinen cómo va a desarrollarse, es un conjunto global de complejidad superior a si se hubiese tenido la asignatura por un lado y el profesor por otro, o lo que es igual: un profesor dando clase a una asignatura que tiene una dinámica propia, independiente de aquello que el profesor haga o deje de hacer.

3. Los Repetidores y la Realimentación.

En una asignatura, estudiantes repetidores son aquellos que, habiéndose matriculado de la misma en alguna edición anterior, no lograron aprobarla. Existen diferentes tipos de estudiantes suspendidos. En primer lugar, consideremos a los que tomaron muy poco contacto con los contenidos de la asignatura o los que incluso no llegaron a tomar contacto en absoluto con los mismos. Por tanto, este grupo de estudiantes están en las mismas condiciones en cuanto a conocimientos que los estudiantes que se matriculan por primera vez en la asignatura. A estos suspensos los denominaremos tipo C.

También deben considerarse los suspensos que se deben a que existen estudiantes que abandonan el curso hacia su mitad debido, probablemente, a que tenían más posibilidades de superar otras asignaturas que tenían matriculadas a la vez y que no midieron adecuadamente su capacidad para tener matriculadas simultáneamente una cierta cantidad de créditos. A este grupo les denominaremos tipo B. Finalmente, están los estudiantes que siguiendo la materia de todo el curso (denominémosles tipo A), no consiguieron la calificación mínima que les diera el apto o aprobado en la asignatura.

Antes de proseguir, el lector debería consultar el anexo a esta comunicación porque es allí donde se introduce el concepto de realimentación en un sistema de control. Los beneficios de lo que en control se denomina realimentación –o mejor, de la readmisión a la entrada de una fracción de la magnitud de la salida– están descritos y detallados en la mayoría de textos sobre teoría y sistemas de control [1], [2]. Como hemos comentado en el apartado anterior, la ventaja fundamental de la realimentación reside en la mejora de la robustez frente a variaciones paramétricas del sistema y a perturbaciones, sobre el mismo, procedentes del mundo exterior. Esta mejora de la robustez, básicamente, se basa en la sensibilidad de un sistema genérico a lazo abierto y a lazo cerrado que es el que se aborda, básicamente, en el citado anexo donde se puede comprobar que a lazo cerrado (aprovechando una fracción de la magnitud de salida –los suspendidos de un curso– para reinyectarlos a la entrada –junto con los estudiantes de nuevo ingreso del curso siguiente–) la robustez global aumenta de forma notable. El razonamiento de esta conjetura está en el desarrollo del anexo.

Por otra parte está demostrado que si se toma cualquier sistema a lazo abierto, en el que se establezcan acciones de control y no se miren los resultados de las mismas (o no se atiendan debidamente, que es lo mismo), y se toma otro sistema a lazo cerrado en el que los resultados de la acción de control se tienen en cuenta a la hora de tomar en consideración futuras acciones de control, la sensibilidad del sistema controlado a la variación de algunos parámetros es menor en lazo cerrado que en lazo abierto. Efectivamente, una asignatura que pase una encuesta o vigile la cantidad de aprobados que tiene en determinados controles y no establezca medida correctora alguna para poder regular la situación hacia el escenario óptimo de aprobar el 100% de los matriculados, es más sensible a las variaciones que se establezcan que una asignatura que opere a lazo cerrado y persiga una cantidad máxima de aprobados. Cambios en este segundo escenario no provocan grandes variaciones sobre los resultados.

4. El Problema de la Estabilidad de una Clase (o un Sistema).

Dejamos para el lector diestro en este tipo de materias que determine la estabilidad de un sistema a lazo abierto y otro a lazo cerrado; la sensibilidad está demostrada en un anexo que no tiene cabida en esta comunicación pero que ponemos a disposición de los lectores interesados. Es interesante comparar cual de ambos es más estable [1], [2]. Asimismo, le invitamos a que, a partir del resultado obtenido, reflexiones en las similitudes que se tiene con un curso o una clase y establezca las oportunas comparaciones conducentes a demostrar que una clase es un sistema que se puede controlar de una manera científica, más allá de conceptos dependientes de la subjetividad o de la coyuntura temporal de cada curso o de los parámetros libres del sistema (número de matriculados, número de aprobados, número de repetidores, número de trabajos y encargos a los estudiantes, etc.). Sin duda va a ser una aportación interesante.

5. Los estudiantes de tipo A, B y C.

Se ha comentado con anterioridad que se tenían tres tipos de estudiantes a los que hemos denominado A, B y C. Los C eran los que no se presentaron a la asignatura o que participaron muy poco en la misma. Los B eran los que alcanzaron hasta mitad de curso y los A eran los que suspendieron a pesar de haber completado el curso. Los tres son perturbaciones en un curso normal que pueden convertirse en ayudas reales al control de la dinámica de la clase convirtiéndose en elementos que cierran el lazo y permiten convertir la clase en un servosistema trabajando en lazo cerrado y, por tanto, mucho más estable y menos sensible a las variaciones y perturbaciones. Los repetidores se readmiten o reinyectan junto con los nuevos estudiantes en el curso siguiente. La idea es aprovechar a estos repetidores dándoles un valor que antes no tenían y ofreciéndoles elementos que les dinamicen y les permitan superar la asignatura

Es interesante que la cantidad de estudiantes de tipo A sea mínima, puesto que a lo largo del curso debe haber muchos momentos en los que reflotarlos, posiblemente, si se ha hecho una evaluación continuada formativa real; aún así, es inevitable que algunos suspendan. Estos estudiantes son la mejor opción para cerrar el lazo puesto que se reinyectan a la entrada pero con finalidades de control, esto es, son personas bastante formadas en muchos aspectos y el profesor debe darles otro tipo de curso puesto que repetir desde el principio lo mismo no asegura en absoluto que acaben comprendiendo la materia. En cambio, si les tiene como estudiantes “colaboradores” (es decir, ayudantes para corregir trabajos, controles, prácticas, etc.), puede recompensar su trabajo con calificaciones e, incluso, ahorrarles ir a clase.

No entraremos en la valoración del ánimo del repetidor porque, presumiblemente y con diferentes grados de afectación, va a ser alguien desmotivado, que ha fracasado, que sabe que volverán a explicarle lo mismo, que posiblemente no le guste mucho la asignatura y que su autoestima, así como su predisposición a estudiar seriamente la asignatura, no es especialmente elevada.

Sin embargo, a este estudiante si se le encomiendan funciones de alto nivel en la taxonomía de Bloom como puede ser evaluar, se corrigen todos los elementos negativos inherentes a su figura a la vez que se le ofrece una vía de superar la asignatura. Hay mucho que puede hacer este tipo de estudiante como gestor, al nivel que el profesor establezca, de la asignatura (encargarle que pilote alguna práctica, que prepare prácticas, que ayude a resolver ejercicios a sus compañeros en determinadas horas, etc.). Sin duda, para estos estudiantes, el profesor debe emitir un conjunto de materiales que les guíen hacia un fin conducente a la superación de la asignatura.

Los estudiantes de tipo B son asimismo elementos que se realimentan a la entrada de la asignatura y que tienen algo menos de valor, en lo académico, que los de tipo A. Posiblemente su autoestima no sea tan baja, sus conocimientos generales menos elevados y su predisposición puede ser mejor que la de aquellos. De nuevo se deben percibir como una entrada de regulación más que como una perturbación si se conducen con fortuna. Estos estudiantes, en muchos casos, no suelen ser un colectivo menor, y

pueden alcanzar hasta el 50%. Deben asignárseles tareas de tutoría de un compañero que curse por primera vez la asignatura, alguien nuevo al que denominaremos estudiante tipo N.

En este caso, se forma un grupo completamente heterogéneo en cuanto a conocimientos puesto que el recién llegado siempre sabrá menos que el repetidor. La tarea de tutoría encargada al repetidor tipo B es conseguir que el nuevo, N, supere con éxito la asignatura. El repetidor tendrá tutelado al nuevo durante todo el curso o cuatrimestre y su éxito está ligado al del estudiante recién llegado. El profesor debe proponer un conjunto de materiales paralelo al de la docencia habitual de la asignatura por el que se dé la interdependencia positiva necesaria como para que el estudiante repetidor necesite que trabaje el nuevo, así como el estudiante nuevo necesitará que el repetidor le oriente y guíe. Podrá alguien opinar que un ciego no puede guiar a otro ciego; bien, el estudiante de tipo B lo podríamos comparar, con todo respeto y salvando las distancias, con un o un tuerto o un miope con más o menos afectación. El secreto está en el correcto y adecuado diseño de las tareas que ambos deban realizar.

Llegado un punto del curso, ambos estarán en similar condición pero siempre subyace en el repetidor un ánimo de guía del nuevo que, a menudo, y tal y como han observado los coautores de esta experiencia, da lugar a que el nuevo sea el que acaba guiando al repetidor. En cualquier caso, ambos aprueban la asignatura. Es lo que el profesor pretendía, regular la clase y sus flujos de estudiantes. Y lo consigue, aprovechando los estudiantes repetidores como un activo que le beneficia para las tareas de control a lazo cerrado; ha tomado medidas correctoras para estabilizar los flujos entrada-salida de estudiantes por el sistema "asignatura".

Finalmente, los estudiantes de tipo C, los que frecuentaron mínimamente la asignatura, deben considerarse al mismo nivel que los N pero puede ser interesante asociarlo a un grupo en el que haya un estudiante tipo N y otro tipo B, de forma que se formen grupos de tres personas, más deseables que cuando son de dos. Nótese que un grupo con un estudiante nuevo y un repetidor tipo B es un grupo de dos, algo en principio no deseable partiendo de la base de que, en caso de desacuerdo, dos personas difícilmente resuelven el conflicto y que con un tercero en juego la solución es más factible. Este tercero puede ser, perfectamente, un estudiante tipo C.

Es cierto que no va a haber tantos estudiantes tipo B como tipo C y como tipo N para formar grupos que alcancen en un caso ideal a todos los matriculados (los estudiantes tipo A están fuera del sistema y pueden autorizar grupos del tipo B-C-N). Asimismo, es cierto que no todos los tipo C abandonaron en el mismo momento y que tienen una diferente categorización, por lo que el profesor debe recuperar las anotaciones del curso anterior para determinar hasta dónde alcanzó cada estudiante antes de abandonar y poder formar él los grupos con personas de conocimientos lo más heterogéneos posible, y hacerlo hasta donde pueda. Si quedan grupos de estudiantes nuevos que se puedan distribuir entre los ya formados, se debe tender a una formación del tipo B-C-N-N o del tipo B-C-N-N-N. No más allá porque, tradicionalmente y tampoco es aconsejable, los grupos no deberían ser superiores a 5 estudiantes.

Esta disposición de los grupos permite al profesor operar con un conjunto de los mismos que reúnen las mejores condiciones para el trabajo cooperativo y con los que se pueden llevar a cabo un sinnúmero de actuaciones y estrategias cooperativas.

6. Conclusiones

En la presente comunicación hemos querido comparar un servosistema con una asignatura. Hemos demostrado que la sensibilidad a lazo cerrado es menor que a lazo abierto y que conseguimos cerrar el lazo en una asignatura cuando a los estudiantes repetidores los readmitimos sustractivamente, esto es, no se suman a los de nuevo ingreso acrecentando el número de estudiantes global, sino que se restan, colaborando con el profesor en el avance del curso y, por lo tanto, la cantidad de matriculados nuevos se mantiene en una cantidad operativa más estable.

La idea matriz es que los repetidores no sean una realimentación positiva que, sin haberla discutido aquí matemáticamente –también invitamos al lector a hacer esta contribución para mejor completar el análisis–, conduce de forma inexorable a la saturación, al colapso y al funcionamiento descontrolado de cualquier sistema. Y más si este sistema es una asignatura.

Se han presentado distintas posibilidades de readmisión de estudiantes repetidores según tres diferentes tipologías de alumnos analizadas, y está en el ánimo de los autores de esta comunicación sensibilizar al lector para que no considere a los estudiantes repetidores como estudiantes que deben repetir el curso sino como elementos de readmisión orientados a poder hacer una realimentación negativa que estabilice la asignatura y mejore el control sobre la dinámica de la misma.

La ponencia pretende abrir una línea de investigación y de trabajo en este sentido puesto que es una forma de vehicular a los estudiantes repetidores y permite el ensayo de múltiples estrategias de trabajo cooperativo que deberían permitir, en el futuro, comunicar aspectos relativos a dichas estrategias que faciliten abordar con garantías cursos en los que haya tradicionalmente una considerable cantidad de repetidores. Y hay muy poco escrito al respecto. Casi nada.

7. Bibliografía

- [1] R. C. Dorf, and Robert H. Bishop. '*Modern Control Systems*'. New Jersey: Prentice Hall. 9th Edition. 2001.
- [2] K. Ogata. '*Ingeniería de Control Moderna*'. México: Prentice–Hall Hispanoamericana. 3^a Edición. 1998.