

# **EL COMPUTADOR EN EL AULA, COMO NIVELADOR DE RENDIMIENTOS.**

**Walter Alvarez Villar**

Facultad de Ingeniería y Tecnologías (FIT), Universidad Católica del Uruguay (UCU), Uruguay

[walter.alvarez@gmail.com](mailto:walter.alvarez@gmail.com)

**Área temática:** Investigación educativa.

**Palabras claves:** Homogeneidad, computador, rendimientos, varianzas.

**RESUMEN:** El computador en el aula, como nivelador de rendimientos.

El presente trabajo continúa nuestra línea de investigación respecto a la incorporación del computador al aula de clase en cursos de matemática. Una de las características que fuimos intuyendo, tenía que ver con el hecho de observar que los rendimientos son más uniformes en cursos donde se permite el computador en las evaluaciones. Se nos ocurrió entonces contrastar los rendimientos de cursos donde no se usaba el computador con cursos de algunas generaciones que podían usar el computador en sus evaluaciones.

Se realizaron entonces pruebas de hipótesis de homogeneidad de varianzas entre cursos sin y con computador en sus evaluaciones. Lo que se observó es que el computador homogeneiza los rendimientos.

**EXTENSO:** El computador en el aula, como nivelador de rendimientos.

## **INTRODUCCIÓN**

En el año 2005 en la EMCI XII de San Juan decíamos en la conclusión de nuestro trabajo sobre el computador en el aula de Cálculo II que: “Dos observaciones importantes, que van a ser estudiadas como continuación de esta experiencia son las siguientes:

- 1) Aumenta el nivel de aprobados en los cursos con computador en el aula.
- 2) Las calificaciones son más uniformes y casi no hay casos de alumnos que se destaque mucho del resto, como ocurre en los cursos tradicionales,”

Permitanos entonces a partir de aquí situarnos en nuestro curso.

## **CURSOS DE CÁLCULO II**

En la carrera de Ingeniería en Informática de la Facultad de Ingeniería de la UCU el curso de Cálculo Diferencial II se dicta en segundo semestre del primer año, luego de un curso de Cálculo I (Cálculo Infinitesimal e Integral) que se dicta en el primer semestre. Cálculo II comprende: funciones de varias variables, sucesiones, ecuaciones en diferencias y series.

El curso de Cálculo I tiene un alto índice de reprobación, motivado en forma principal por la diferencia que hay entre los conocimientos con los realmente egresan los estudiantes del Bachillerato y los requerimientos necesarios para transitar sin problemas por los cursos universitarios. Por supuesto que el problema no es sólo el antedicho y el tema de la articulación entre el Bachillerato y la Universidad es en si mismo un gran tema y no lo vamos a desarrollar aquí. El curso de Cálculo II no tenía cuando comenzó nuestro proyecto el mismo índice de reprobación de Cálculo I, en parte porque esta asignatura oficia de filtro para la siguiente, pero de todos modos era deseable elevar el nivel de aprobación de Cálculo II.

El disparador de nuestro proyecto fue el hecho de que nuestra Universidad decidió hace unos años entregar a cada alumno que ingresaba a la Facultad de Ingeniería un computador portable. Sumando ello a todo lo comentado anteriormente, como docentes de matemática teníamos la obligación moral de aprovechar el recurso importantísimo de los computadores portables para mejorar la calidad de nuestros cursos.

Tomando como antecedente la experiencia obtenida con el dictado de algunos cursillos de Matlab para los alumnos de la carrera de Ingeniería en Electrónica, y con el apoyo especial de los Directores de todas las carreras de la Facultad de Ingeniería se decidió dictar el curso de Cálculo Diferencial II del segundo semestre de la carrera de Ingeniería en Informática con el auxilio del computador en el aula, partir del año 2002.

## **BENEFICIOS OBSERVADOS**

Hoy ya utilizamos el computador no sólo en Cálculo II sino también en Álgebra II y Análisis Matemático.

El propósito inicial de usar el computador en el aula en este curso fue mejorar la calidad de la enseñanza de las matemáticas y la capacidad de aprendizaje, mediante los recursos que la tecnología pone hoy a nuestro alcance. Específicamente podemos contabilizar como beneficios logrados en la experiencia:

- 1) Mediante el uso de los notebooks se implementó un modelo pedagógico que ha logrado construir ambientes de aprendizaje con el uso de nuevas tecnologías.
- 2) Se ha logrado introducir gradualmente el uso de la tecnología en nuestra área.
- 3) Estamos consolidando una comunidad docente comprometida con la aplicación de la informática y con la aplicación de los conocimientos de matemática que se imparten en nuestros cursos en diversas aplicaciones.
- 4) Hemos logrado en parte cambiar la educación matemática de los alumnos de las carreras de la Facultad de Ingeniería en cuanto al aprendizaje alcanzado, los enfoques de enseñanza y el currículo en general. Los instrumentos computacionales pueden permitir re-organizar todo el funcionamiento cognitivo. El computador termina produciendo una nueva actividad que, a su vez, re-organiza el conocimiento matemático de los alumnos.

Cambian las estrategias de resolución de problemas al utilizar varios sistemas de representación.

5) El estudiante ha podido desarrollar nuevos métodos, nuevas estrategias de graficación, sacando partido de las capacidades de procesamiento. Ello le ha permitido trabajar a un nivel de complejidad matemática que puede ser totalmente inalcanzable sin dicha tecnología.

6) Se está logrando una convergencia entre actividades de exploración y actividades de sistematización. Estas últimas con características de niveles elevados de formalización. La exploración y sistematicidad, rasgos definitorios de la actividad matemática, se hacen posibles a través del uso de este tipo de instrumentos computacionales.

7) El computador ha sido un instrumento de mediación muy poderoso para la enseñanza de las matemáticas. En particular, sus posibilidades de contextualización y manejo de lenguajes formales, profundizan los procesos cognitivos de generalización y abstracción, es una herramienta con la cual es posible configurar contextos que estimulan el aprendizaje significativo. Favorecen una mayor comprensión conceptual al desarrollar una capacidad de manejo de diversas representaciones de un mismo concepto matemático y la posibilidad de relacionar activamente unas representaciones con otras.

8) Ha cambiado totalmente la forma de manipulación de los objetos matemáticos, lo cual hace más comprensible la naturaleza de dichos objetos en la interacción del estudiante.

9) Se han creado contextos que estimulan el aprendizaje significativo de las matemáticas. Generar una especie de realidad virtual matemática.

10) Se han visto favorecidos los procesos interactivos en los que el alumno de manera rápida puede realizar variaciones en el modelo sobre el cual trabaja, y constata inmediatamente los resultados obtenidos de dicha variación. Ello mejora su comprensión de la experiencia matemática.

11) Fundamentalmente se ha contribuido a la generación de nuevas estrategias de resolución de problemas y a la creación de soluciones novedosas a los mismos.

Queremos recalcar como al transcurrir el tiempo notamos como que la distancia entre los mejores alumnos del curso y el resto parecía disminuir. Esta sensación fue el disparador de esta investigación y adelantándonos a los resultados tiraremos alguna explicación al respecto. A nuestro modo de ver en las evaluaciones de Cálculo II tradicionales además de necesitar conocer el tema a trabajar hay una serie de operaciones y procesos algorítmicos o no, donde los mejores alumnos, que están mejor preparados obtienen ventajas por realizar estas tareas en menor tiempo. Cuando se permite utilizar el computador en las evaluaciones la parte de operaciones y procesos algorítmicos la realizan todos casi en el mismo tiempo. Además, es más sencillo explorar situaciones de contexto de los problemas con el auxilio del software adecuado.

## **EXPERIMENTO ACTUAL**

La idea es comparar las varianzas de las calificaciones de los cursos de asignaturas que se dictaban sin el auxilio del computador con las calificaciones de los cursos de esas mismas asignaturas y en las que hoy se permite usar el computador.

Entre los cursos de los que teníamos archivadas las calificaciones elegimos algunos de los que no se usaba el computador y otros de las mismas asignaturas, pero donde ahora sí se utiliza el computador.

Se consideraron pruebas de hipótesis de cociente de varianzas entre ambos tipos de curso.

En realidad el experimento fue muy afortunado ya que las percepciones que teníamos se confirmaron y se pudo hacer todas las comparaciones manteniendo bajo el error tipo I.

Si nuestra meta fuera de ver homogeneidad de varianzas en varias muestras usaríamos Bartlett, pero en nuestro caso el método usado es correcto.

Este estudio será completado mediante la verificación de que los promedios de rendimiento aumentan, para lo cual previamente estudiaremos dentro de cada grupo la homogeneidad de varianzas, para sí poder hallar un estimador conjunto de la varianza en cada caso para estudiar las diferencias de rendimientos.

## **PRUEBA DE HIPÓTESIS**

$H_0$ ) El cociente de las varianzas sin computador sobre las con computador vale 1.

Estadístico  $F$

En realidad haremos 24 pruebas hipótesis combinando las varianzas de cuatro cursos sin computador con seis cursos con computador, y en cada uno hallamos la significación.

Si multiplicamos los 24 productos de la forma  $(1 - \text{significación})$  tendremos la probabilidad conjunta y de allí calculamos la significación del experimento conjunto que ronda el 0,07 que es más que aceptable para 24 experimentos simultáneos.

**DESARROLLO ESTADÍSTICO**  
**DATOS MATERIAS SIN USO DEL COMPUTADOR**

N° de lista	anama 2000	calc 2 s2 2000	calc 2 s2 2002	anama 1998
1	84,475	70,76	65,88	45,5
2	73,75	55,08	47	35,5
3	50,4	68,8	28	60,5
4	84	71,2	70,096	41,5
5	59,3	81,4	94,8	60,5
6	94	72,08	63	60,5
7	74	88,24	61,2	61,5
8	89,35	89,76	62,2	61,5
9	83	83,2	60,8	62
10	50,425	78,96	38,4	61,5
11	88,85	84	80,84	68,5
12	86,2	73,96	80,4	76
13	70,1	78,32	24,4	80,5
14	95,5	86,8	66,8	83,5
15	86,55	66,48	100	95
16	64,5	0	35,2	87
17	49,35	88,2	98	87
18	98,125	70	61	97
19	72,95	88		86,5
20	90,025	22,32		87
21	87	79,88		98
22	20,5	65,08		87,5
23	49,05	57,24		95
24	85,5	69,96		100
25	86,8	85,6		
26	85,1	59,24		
27		76,8		
28				
29				
30				

**DATOS CORRESPONDIENTES A CURSOS CON USO DE COMPUTADOR**

N° de lista	calc2 s2 2010	alg2s2 2010	anamas12010	calc2s22009	calc2s22008	anama 2008
1	61	80	94	71,27	61	78,8
2	62	94,5	64	75,45	61	60,3
3	62	83,5	91	69,29	61,2	73,6
4	63	95	80	66,1	61,2	62,6
5	65	92,5	93	66,855	64,6	71
6	66	80	96	67,44	64,6	71,5
7	67	96,5	61	67,605	64,94	78,5
8	68	100	75	69	64,94	72,4
9	68	89	79	70,31	69,76	67
10	68	92,5	71	70,71	69,76	68,6
11	69	84	61	70,775	74,8	76,8
12	70	94,5	65	71,45	74,8	76,9
13	72	59	87	71,49	76,2	77,4
14	75	88,5	63	72,16	76,2	79,8
15	76	78,5	75	72,32	77,45	80,2
16	77	100	92	72,71	77,45	80,2
17	78	64,5	90	73,305	78,2	81
18	78	85,5	87	73,41	78,2	86
19	80	83,5	93	74,71	78,9	87
20	83	91	83	75,91	78,9	86,1
21	86	100	93	76,46	78,9	87,3
22	87	94,5	93	77,75	78,9	88
23	87	94,5	76	77,79	79,5	96,6
24	87	96,5	89	78,05	79,5	96,8
25	87	82	87	79,645	87	98
26	88	80	91	84,51	87	100
27	88	84,5	78	83,45	90,1	100
28	89	72	80	85,01	90,1	100
29	90	42,5	75	85,7		
30	91	89	98	86,325		
31	91	83,5		88,38		
32	92	94,5		89,25		
33	92	95		89,8		
34	94	62		90,5		
35	101	73,5		91,47		
36	103	76		91,81		
37		70		93,26		
38		64		93,75		
39		76,5		96,87		

40		91		97		
41		86,5		98		
42		87		102		
43		87,5				
44		58				
45		75,5				
46		91,5				
47		53				
48		76,5				
49		92,5				
50		86				
51		82				

## ESTUDIO DESCRIPTIVO

### CURSOS SIN USO DE COMPUTADOR

	anama2000	calc2s22000	calc2s22002	anama1998
media	75,3385	70,7911	63,2231	74,1250
varianza	352,9533	400,5886	509,4198	355,8750
tamaño	26	27	18	24
coef de variación	24,94%	28,27%	35,70%	25,45%

### CURSOS CON USO DE COMPUTADOR

	calc2s22010	alg2s22010	anamas12010	calc2s22009	calc2s22008
media	79,4722	82,9412	82,0000	79,9774	74,4679
varianza	139,970635	166,5264706	128,4137931	103,9808161	78,49623968
tamaño	36	51	30	42	28
coef de variación	14,89%	15,56%	13,82%	12,75%	11,90%

## VALORES DEL ESTADÍSTICO F

	anama2000	calc2s2200 0	calc2s2200 2	anama199 8
calc2s22010	2,522	2,862	3,639	2,542
alg2s22010	2,120	2,406	3,059	2,137
anamas12010	2,749	3,120	3,967	2,771
calc2s22009	3,394	3,853	4,899	3,423
calc2s22008	4,496	5,103	6,490	4,534
anama2008	2,699	3,064	3,896	2,722

## SIGNIFICACIÓN

	anama2000	calc2s2200 0	calc2s2200 2	anama199 8
calc2s22010	0,0059089	0,0020171	0,0005991	0,0062355
alg2s22010	0,0119117	0,0038296	0,0010877	0,0126041
anamas12010	0,0048870	0,0017894	0,0005536	0,0051181
calc2s22009	0,0002564	0,0000583	0,0000156	0,0002912
calc2s22008	0,0001202	0,0000350	0,0000101	0,0001314
anama2008	0,0066190	0,0025801	0,0008239	0,0068734

## PROBABILIDADES

	anama2000	calc2s2200 0	calc2s2200 2	anama199 8
calc2s22010	0,9940911	0,9979829	0,9994009	0,9937645
alg2s22010	0,9880883	0,9961704	0,9989123	0,9873959
anamas12010	0,9951130	0,9982106	0,9994464	0,9948819
calc2s22009	0,9997436	0,9999417	0,9999844	0,9997088
calc2s22008	0,9998798	0,9999650	0,9999899	0,9998686
anama2008	0,9933810	0,9974199	0,9991761	0,9931266

La probabilidad conjunta que es el producto de todas las probabilidades del cuadro es 0,928085255

Y por lo tanto la significación de todas las comparaciones es 0,071914745

### Referencias bibliográficas:

Gavilán, J.M./Barroso,R ,(1999) , El ordenador en la enseñanza/aprendizaje de las matemáticas: una propuesta, Educación Matemática. Vol. 11 N° 3. , México.

Martín Elena, Marchesi A. y otros , (2003), Tecnología y aprendizaje. Investigación sobre el impacto del ordenador en el aula, , Madrid , España , S.M. Editores.

Silvio J, La Virtualización de la Universidad, Caracas, Ediciones IESALC-UNESCO, Venezuela, (2000).