

Uso de plataformas educativas del Plan Ceibal

Ignacio Alvarez-Castro¹, Natalia da Silva¹

¹Departamento de Métodos Cuantitativos, FCEA-UDELAR

Resumen

En este trabajo se presenta el desarrollo de indicadores para evaluar el uso de plataformas educativas utilizadas por el Plan Ceibal, específicamente centrado en la plataforma CREA. A su vez se analiza la evolución del uso antes y durante los años de pandemia y se estudian los principales factores que explican su variabilidad. Los resultados indican que el uso de CREA es 5 veces más intenso en 2021 que en años pre-pandemia. Los principales factores para explicar dicha variabilidad en el uso de la plataforma se deben al departamento, contexto socioeconómico y el uso de la plataforma por parte del docente. En particular el impacto en el uso del docente por contexto socioeconómico presenta diferencias en los distintos departamentos del país.

1 Introducción

El presente trabajo forma parte de los resultados del proyecto titulado “Monitor y evaluación de uso de las plataformas educativas” financiado por ANII en el marco del Fondo Sectorial “Inclusión Digital: Educación con Nuevos Horizontes” - 2020 (proyecto) - Modalidad A (identificador del proyecto: FSED_2_2020_1_163528). El objetivo general del proyecto es desarrollar herramientas estadísticas para la evaluación y monitoreo de plataformas educativas que colaboran en la elaboración de políticas educativas y la toma de decisiones basadas en evidencia. En particular el presente trabajo se enfocó en el uso de la plataforma de Contenidos y Recursos para la Educación y el Aprendizaje (CREA), utilizadas por el Plan Ceibal con datos de 2018 a 2021 y el análisis de las mismas en el contexto pre y pos-pandemia. El entorno virtual de aprendizaje (CREA) permite gestionar cursos, crear o compartir materiales didácticos y trabajar colaborativamente en grupos. Monitorear el uso de las plataformas educativas es más relevante en el contexto de pandemia, donde el uso de las plataformas se incrementó sustancialmente.

En el contexto de pandemia de COVID-19 surgió la necesidad de generar estrategias educativas exclusivamente virtuales, en el primer semestre y combinadas en el segundo, se incentivó al mayor uso de las plataformas por parte de los docentes para llevar adelante la educación a distancia.

Dentro de este marco, en el presente informe se trabaja sobre el desarrollo de indicadores para evaluar el uso de plataformas educativas y la descripción de la evolución durante los años de pandemia así como el estudio de los principales factores que explican su variabilidad. En este sentido, el trabajo continúa una línea de investigación en *Minería de datos educativos* apoyada en trabajos previos (Marconi, Goyeneche, y Cobo (2017), Molina et al. (2021)) estudiando los datos generados por los estudiantes de 4to, 5to y 6to año de primaria de escuelas públicas que trabajan con la plataforma CREA de Ceibal. Este universo es novedoso en el sentido que la investigación sobre alumnos de primaria es escasa, en especial si se utilizan datos comportamentales asociados a logs de la actividad de alumnos. La mayor parte se realiza sobre información generada en universidades (78%), secundaria (15%) y MOOC (6.5%) (Papadogiannis, Pouloupoulos, y Wallace 2020).

El compromiso de los estudiantes es esencial para el aprendizaje, se asocia a componentes conductuales y psicológicos y es un proceso que ocurre durante años que puede ser modificado a través de políticas y prácticas escolares (Christenson, Wylie, y Reschly 2012). En este trabajo el *compromiso* está referido exclusivamente a la relación con las actividades que cada estudiante o docente desarrolla en la plataforma educativa. Claramente es posible que en un contexto más general existan estudiantes y docentes muy comprometidos con sus cometidos educativos por fuera del trabajo en plataformas virtuales y que escapan a este trabajo.

El uso de una plataforma educativa genera múltiples campos de datos que dan cuenta de las distintas acciones que los estudiantes realizan en la misma. En este sentido, el principal desafío es poder resumir el compromiso en uno o dos mediciones que den cuenta de este proceso multivariado.

Una posibilidad para atacar la medición del compromiso es desarrollar indicadores para las distintas actividades que los participantes en plataformas realizan regularmente. Aluja-Banet, Sancho, y Vukic (2019) identifican cuatro dimensiones relevantes para evaluar la motivación o compromiso de un estudiante respecto de una tarea específica. Brevemente, las dimensiones consisten en *velocidad*, que tan rápido comienzan y pasan a una segunda tarea, *Persistencia*, que tanto repiten una actividad que presenta desafíos, *Intensidad*, que tanto compiten por mayor participación y que tan frecuente es la misma, y *Elección*, intenta medir las actividades que no son asignadas directamente por un docente.

Luego algunas investigaciones siguen esta línea proponiendo algunas medidas concretas para cada dimensión como velocidad (Sundar y Kumar 2016), persistencia (Moreno-Marcos et al. 2020) o intensidad (UNESCO 2018).

En la mayoría de los casos, los indicadores propuestos en estos trabajos no son directamente aplicables a los datos con los que se cuenta para CREA. De todas formas son útiles para evaluar las distintas

variables construidas y cuales de ellas integran el indicador final.

1.1 Datos de la plataforma CREA

Los datos provistos por Ceibal contienen información del uso de la plataforma CREA para 4°, 5° y 6° de primaria entre 2018 a 2021. Se trabaja con un conjunto de datos anonimizados que corresponden a los datos de actividades que los alumnos y docentes realizaron en la plataforma.

Cada observación en los datos originales corresponde a todas las actividades realizadas por un usuario i en un día j donde se registra actividad. Como no todos los usuarios tienen la misma cantidad de días en los cuales participaron de la plataforma, el total de j diferirán entre los usuarios por lo que utilizaremos la notación j_i . Esto conlleva a un total de $\sum_{i=1}^n j_i$ registros anualmente (notar que los valores n y j_i no son iguales a año a año).

Para este informe se trabaja con datos agregados a nivel anual para cada alumno, es decir que cada registro corresponde a las actividades en CREA de un estudiante durante todo el año. La Tabla 1 muestra la cantidad de alumnos por grado en cada año.

Tabla 1: Totales de alumnos por grado y año

Año	Cuarto	Quinto	Sexto
2018	33239	34005	34614
2019	36428	36094	35398
2020	41537	41111	32866
2021	41012	41317	40785

1.2 Uso de plataforma CREA

Durante los años 2020 y 2021 la utilización de plataformas en el sistema educativo aumentó considerablemente debido al dictado de clases a distancia por la pandemia de COVID-19 que estuvo presente en dichos años.

Como primer aproximación para mostrar esto se puede tomar como indicador de uso la *cantidad de días de ingreso a la plataforma* que cada estudiante tiene en el año. Los datos indican que el promedio de días de ingreso en los años 2018 y 2019 está cercano a los 20 días promedio por estudiante mientras que en 2020 y 2021 los estudiantes ingresaron en promedio algo más de 60 días a la plataforma CREA.

Para complementar el promedio de días de ingreso se puede observar toda la distribución de la variable días de ingreso a CREA. La Figura 1 presenta los percentiles de la cantidad de días que cada estudiante ingresa a CREA por año. Se puede observar que el efecto se produce en toda la distribución, no solamente en el centro. De todas formas, existe un pequeño grupo de estudiantes que mantienen muy bajo ingreso a CREA aún durante los años de pandemia.

La descripción anterior sobre uso de CREA es notoriamente insuficiente, en el sentido que dicha herramienta puede utilizarse para distintos tipos de tareas en el proceso de aprendizaje. Haciendo que se generen muchos registros de actividades distintas por parte de los estudiantes más allá de ingresar o no a la plataforma. Es necesario entonces, construir indicadores que resuman las distintas dimensiones que puede realizar un estudiante en el contexto de la plataforma, de manera de tener una descripción más cabal del uso de la plataforma. Este es el principal tema de la siguiente sección.

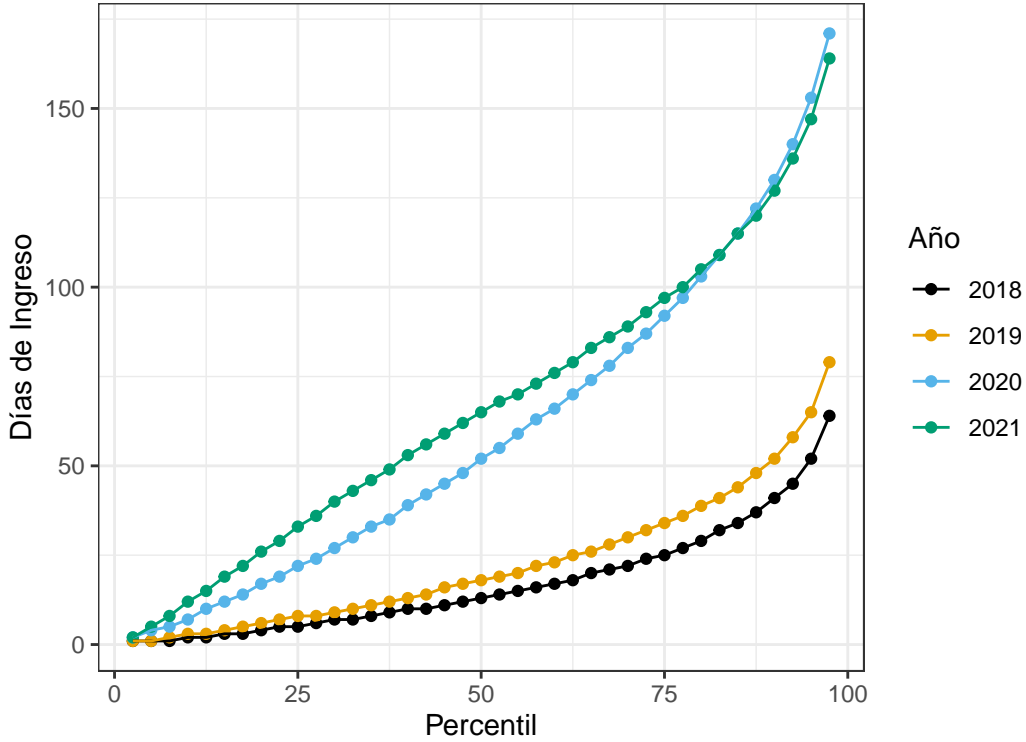


Figura 1: Percentiles de días de ingreso a CREA por año.

2 Indicador de compromiso estudiantil

CREA es una plataforma interactiva, en la que los alumnos realizan muchas actividades de naturaleza distinta. Marconi (2017) propone utilizar el llamado índice de *engagement* (IE) para medir el uso que realiza cada alumno en la plataforma. La forma de cálculo de IE es como sigue

$$IE_{it} = \frac{\delta + 1}{\delta} \left(\frac{e_t^{\pi_{it}}}{\delta + e_t^{\pi_{it}}} - \frac{1}{\delta + 1} \right)$$

donde i indica el estudiante y t indica el momento temporal de referencia (año, mes, día). El valor π_{it} representa la suma de los logaritmos naturales de las variables seleccionadas como dimensiones del índice. IE tiene correlación positiva con el uso de la plataforma, ya que las variables de base x_{ikt} representan medidas de la actividad de un estudiante (total de comentarios, total de días en la plataforma, total de envíos calificables, etc), IE toma valores en el intervalo (0, 1).

Un problema con IE es que para calcularlo y utilizarlo es necesario la elección del valor de δ , este parámetro representa la exigencia del indicador en el sentido que valores mayores hacen que sea necesario mayor uso de la plataforma para alcanzar un IE cercano a 1. Sin embargo, la elección es arbitraria y no se cuenta con una guía para elegir dicho valor. En 2020, debido a la pandemia por COVID-19 el uso de CREA aumentó en gran medida, generando un problema importante para fijar el valor de δ , ya que dejarlo en el valor recomendado ($\delta = 90$) resultaba en $IE \approx 1$ para todos los alumnos. Una opción puede ser fijar el valor para cada año por separado, pero esto hace que la comparación interanual del uso de CREA se vuelva inconsistente o por lo menos dificulta su interpretación.

En este trabajo se propone el indicador de compromiso (IC) presentado Ecuación 1, donde C es una constante fija conocida. Comparado con el indicador anterior, IC no queda acotado entre 0 y 1, esto

puede complejizar su lectura, sin embargo, se utiliza el valor de C como referencia para darle mejor interpretabilidad a la escala. El valor de esta constante es distinto según el nivel de agregación al que se esté midiendo, sea este diario, mensual o anual.

$$IC_{it} = \frac{\sum_k \log(x_{ikt} + 1)}{C} = \frac{\pi_{it}}{C} \quad (1)$$

Las variables consideradas en el índice de compromiso para estudiantes son: total días ingreso, total de envíos calificables, total de subidas, total comentarios posteados, total comentarios posteados en envíos asignados y total de envíos.

Se denomina *perfil de uso* a un vector de 6 conteos que representa el total de acciones o actividades registradas en el período analizado en cada una de las 6 variables consideradas en IC. Por ejemplo, un estudiante que ingrese a CREA y no realice ninguna otra actividad, tiene ese día un uso asociado al vector $(1, 0, 0, 0, 0, 0)$ y aplicando la Ecuación 1 su indicador sería:

$$\frac{\sum_k \log(x_{ikt} + 1)}{C} = \frac{\log(2)}{C}$$

Tabla 2: Constante de normalización para IC

Nivel	Perfil de uso	C
Diario	$(1,0,0,0,0,0)$	$\log(2)$
Mensual	$(3,3,3,3,3,3)$	$6 \log(4)$
Anual	$(30,30,30,30,30,30)$	$6 \log(31)$

La Tabla 2 muestra los valores C en cada nivel de análisis, para entender como se obtienen estos valores es útil considerar los *perfiles de uso* de estudiantes tipo que serán tomados como referencia. Los perfiles utilizados como referencia, se corresponden con estudiantes que realizan una sola acción por día en alguna de las variables, y lo hacen de forma balanceada entre las 6 dimensiones. En el caso de estar trabajando datos de uso a nivel diario, un estudiante que realiza 1 acción en alguna de las 6 dimensiones consideradas tendrá un valor de $\pi_{it} = \log(2)$, entonces este *perfil de uso* utilizado como referencia en la escala de IC ya que $IC = 1$ cuando el estudiante presente exactamente ese perfil de uso.

Similarmente, se definen las constantes C para los casos de período mensual y anual. En el caso anual, se toman 180 días de clase en el año lectivo, un *perfil de uso* de un estudiante que cada día de los 180 realizó una tarea de las consideradas en IC y lo hizo en forma balanceada a lo largo del año resulta en $\pi_{it} = 6 * \log(31)$ que es lo que se toma como valor para la constante. En el caso mensual, se asume un mes de 18 días de clase y un estudiante que realiza una sola tarea cada día en forma balanceada.

Los perfiles de uso de referencia pueden utilizarse para un mejor interpretabilidad de la escala de IC . La Figura 2 muestra el valor de IC que resulta de distintos niveles de actividad en la plataforma. El eje horizontal representa las actividades diarias realizadas por un estudiante durante los 180 días del año lectivo.

Por ejemplo, un uso relativamente bajo de la plataforma puede consistir en un estudiante que realiza una acción por semana en la plataforma, si a lo largo del año el tipo de actividad se reparte de manera uniforme entre las 6 dimensiones consideradas, el perfil de uso de este estudiante será: $\frac{1}{5} \times (30, 30, 30, 30, 30, 30)$, y como se muestra en la Figura 2 este nivel de uso se asocia con un valor de $IC = 0.5$. En el otro extremo, un estudiante con uso intensivo de la plataforma puede ser caracterizado como alguien que, cada día, realiza las 6 acciones consideradas, lo que determina un perfil de uso de $6 \times (30, 30, 30, 30, 30, 30)$, y un $IC = 1.5$.

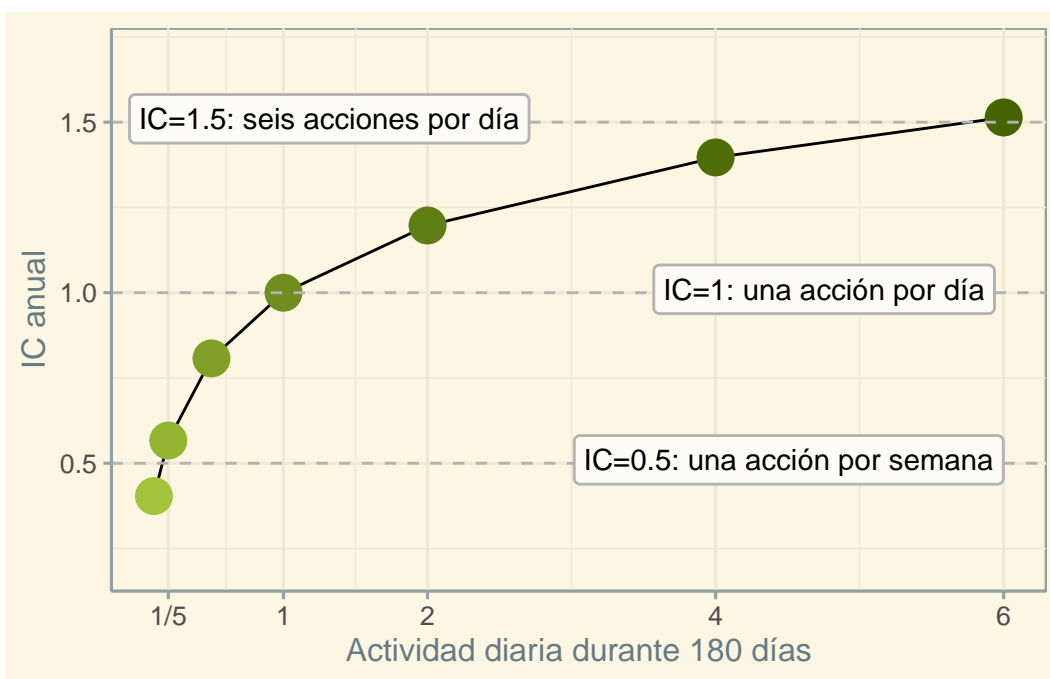


Figura 2: Relación actividad diaria con IC anual

2.1 Evolución reciente de IC

En lo que sigue se presenta como evolucionó el uso de la plataforma CREA medido mediante IC a nivel anual durante los años de 2018 a 2021.

La Figura 3 muestra histogramas de IC en cada año considerando todos los estudiantes del país para los que se tienen registro. El valor $IC = 1$ corresponde, como fue explicado en la sección anterior, a un estudiante que realiza 1 actividad en la plataforma en cada uno de los 180 días de clase.

Se observa un claro efecto de los años de la pandemia por COVID-19. En 2018 y 2019 se observa una distribución centrada en $IC = 0.5$, es decir un uso promedio de una vez por semana, casi el 100% muestra $IC < 1$ es decir que no hay alumnos que muestren un uso cotidiano de CREA. Finalmente, estos años muestran un conjunto de estudiantes con un uso cercano a cero $IC \approx 0$, es decir que no utilizan la plataforma o la utilizan muy poco a lo largo del año lectivo.

En cambio, los años 2020 y 2021 muestran un corrimiento sustancial hacia la derecha. El uso promedio durante estos años sube a $IC = 1$, es decir una acción en cada día del año, y buena parte de los estudiantes que muestran indicadores entre 1 y 1.5 indicando que en cada día realizan varias acciones en CREA durante todo el año.

3 Determinantes del uso de plataformas

Entender que factores pueden explicar la variabilidad del uso de plataformas como CREA es crucial para potenciar su uso en el sistema educativo. En este informe se propone estudiar variables básicas que pueden ayudar a entender la distribución de IC.

Se comienza agregando los datos a nivel de centro educativo y estudiante, así como el efecto del departamento, el grado, y el contexto socioeconómico. La Figura 4 y Figura 5 muestran diagramas de cajas

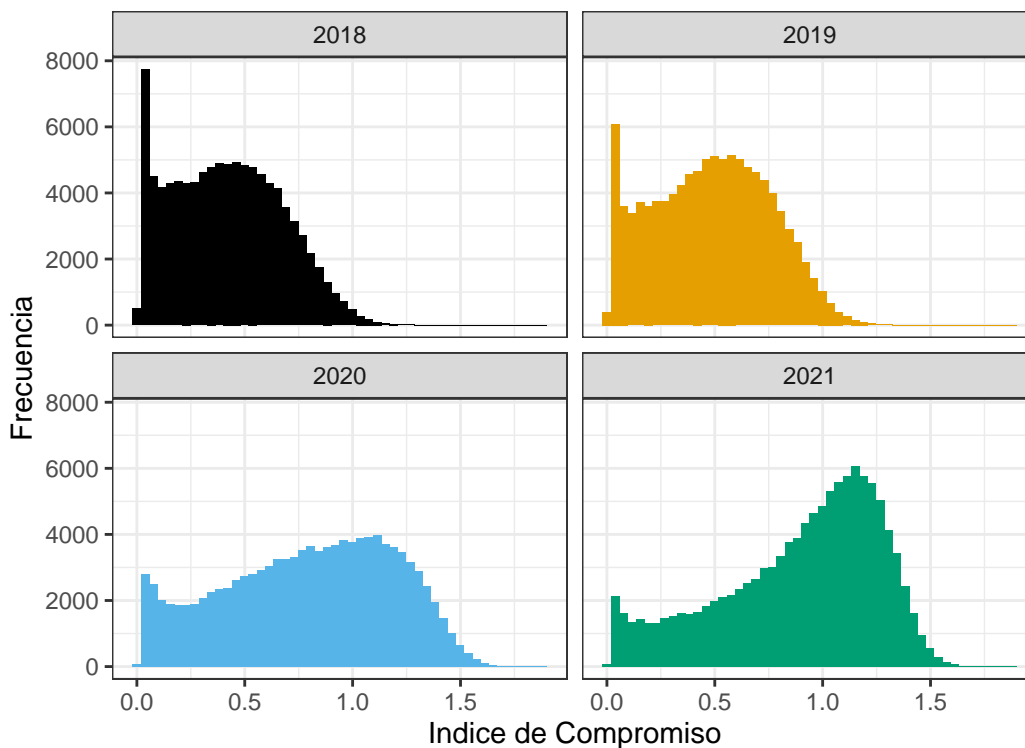


Figura 3: Densidades de IC por año

del IC para cada nivel socioeconómico en los años 2018 y 2021 respectivamente. El color representa la región geográfica (Montevideo o Interior del país) y cada panel corresponde a uno de los tres grados estudiados (4to, 5to o 6to).

La Figura 4 sugiere varios comentarios sobre el efecto de estas variables en el compromiso de estudiantes con CREA.

En primer lugar, se observa un nivel de IC relativamente bajo, la mediana supera el valor $IC = 0.5$ solamente en 4to y 6to del contexto Q5 en el interior del país, y el valor $IC = 1$ es alcanzado solamente por valores atípicos. En segundo lugar, dentro del bajo uso de CREA, se observa que el efecto que parece relevante es la región, indicando que el IC en los departamentos del Interior del país es mayor al de Montevideo. Sin embargo las variables de contexto del centro educativo y grado de la clase no parecen tener impacto grandes sobre el indicador.

La Figura 5 muestra, para el año 2021, un panorama distinto al recién comentado. En primer lugar los valores de IC son más altos para todos los grupos considerados, la mediana de IC es mayor a 0.5 en todos los casos. En segundo lugar, el efecto de la región geográfica sigue presente pero no es tan marcado en los contextos socioeconómicos 4 y 5. Finalmente el contexto socioeconómico sí parece tener efecto sobre IC, en particular el aumento debido a la pandemia menor para los contextos bajos, en especial en los grupos de contexto 1 en Montevideo.

Con los datos del año 2021 agregados a nivel de centro educativo se estima un modelo lineal que incluye las variables departamento, contexto y grado, y todas las posibles interacciones entre ellas. El resultado se resume en la Tabla 3, en donde se evidencia que los efectos significativos son los efectos simples de cada factor y la interacción de departamento y contexto, lo que está acorde a las figuras anteriores.

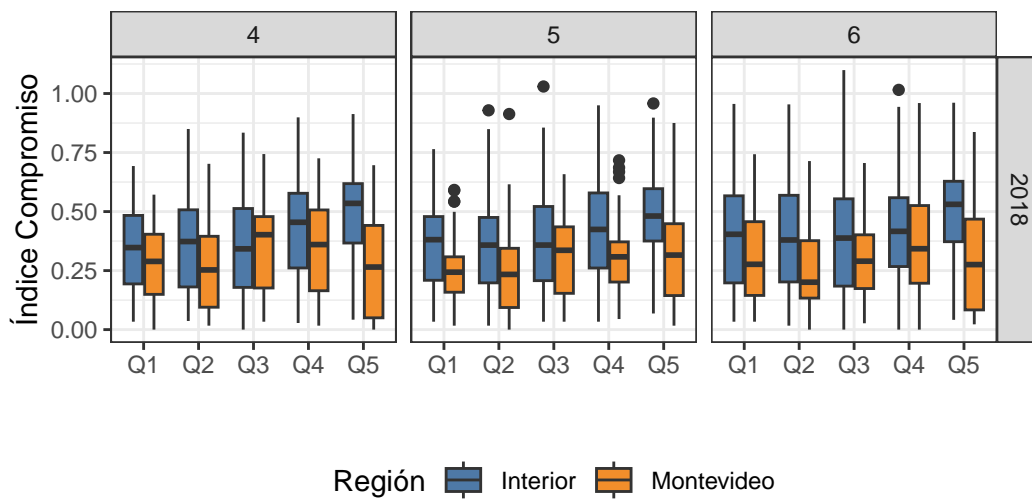


Figura 4: Diagrama de caja de IC para 2018

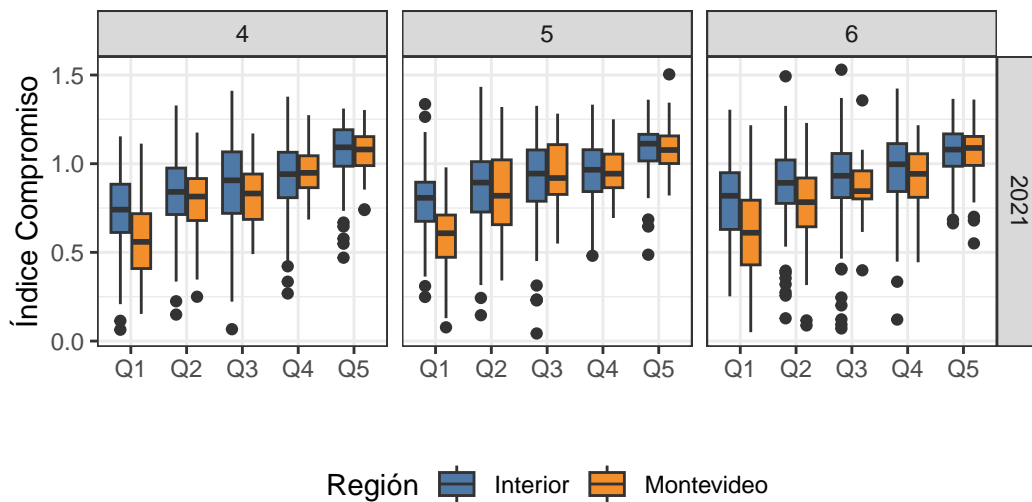


Figura 5: Diagrama de caja de IC para 2021

Tabla 3: ?(caption)

(a) ANOVA para IC en 2021

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
departamento	19	2204.41	116.02	3037.16	0.0000
contexto.imp	4	37.94	9.49	248.32	0.0000
grado	2	0.48	0.24	6.32	0.0018
departamento:contexto.imp	71	8.01	0.11	2.95	0.0000
departamento:grado	36	0.58	0.02	0.42	0.9991
contexto.imp:grado	8	0.21	0.03	0.67	0.7156
departamento:contexto.imp:grado	142	2.72	0.02	0.50	1.0000
Residuals	2452	93.67	0.04		

3.1 Efecto Docente

Una limitación del modelo anterior es que no considera el incentivo a utilizar la plataforma. En el contexto del aprendizaje escolar, posiblemente la principal señal para el compromiso de los estudiantes la constituye el trabajo docente. En este sentido es de interés considerar un IC pero aplicado a las actividades de los docentes en la plataforma CREA. En lo que sigue se presentan los resultados de la evolución de IC para docentes en los años 2018 a 2021 y luego modelos de regresión utilizando este indicador como variable explicativa para el IC estudiantil.

El *IC* para docentes, tiene exactamente la misma lógica que la descrita para el caso de compromiso estudiantil, con algunas dimensiones relevadas diferentes. Para el caso de los docentes se consideran las medallas asignadas, las creaciones de contenido, la cantidad de veces que se controla la asistencia, los comentarios, los días de ingreso y el total de calificaciones asignadas.

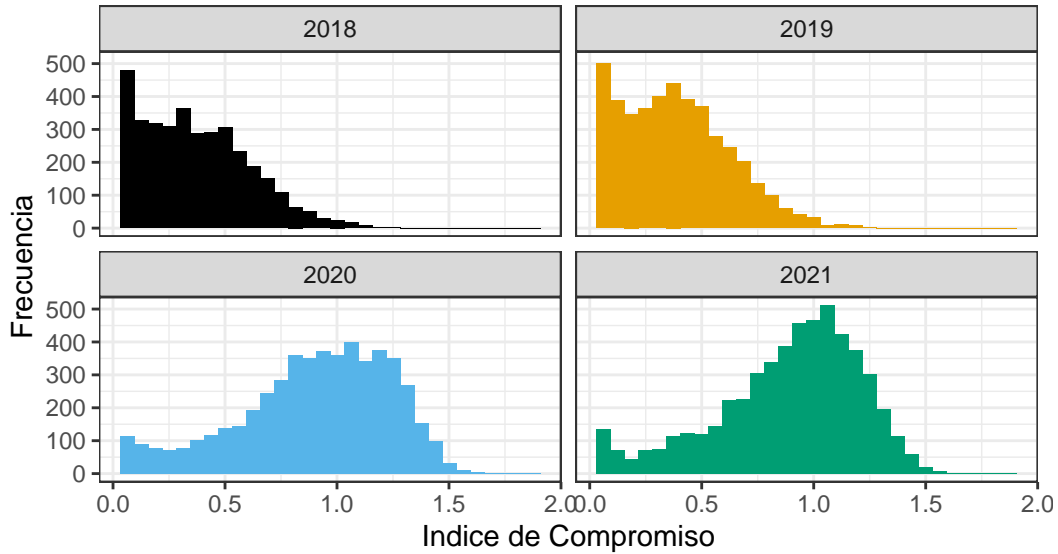


Figura 6: Densidades de IC para docentes por año

La Figura 6 muestra histogramas de *IC* docente para cada año considerado. Al igual que lo observado en el caso de los estudiantes, se muestra como en los años 2020 y 2021 la utilización de CREA aumenta sensiblemente.

Como se comentó en la sección anterior, los factores departamento y contexto socioeconómico son los más relevantes para explicar la variabilidad de IC. Esto sugiere que el efecto del IC docente como motivador para el IC estudiantil podría variar con esos factores. En este sentido, se puede pensar que un modelo relativamente simple para analizar esta relación es considerar un modelo lineal a nivel de cada grupo formado por las combinaciones de estos dos factores (departamento y contexto).

Para visualizar la adecuación de este modelo se presenta, a modo de ejemplo, los datos para el departamento de Maldonado. En la Figura 7 se observa para cada contexto socioeconómico, la relación entre el IC para estudiantes y el IC para docentes, cada punto representa un grado en un centro educativo (es decir hay 3 puntos por centro educativo). En el caso de Maldonado se observa una relación positiva entre ambos indicadores, con pendiente similar, se busca extender esto a un modelo para todos los departamentos.

Se plantea para modelar el uso de CREA por parte de los estudiantes un modelo como sigue,

$$IC_{crq} = \beta_{0rq} + \beta_{1rq}ICd_{crq} + \epsilon_{crq} \quad (2)$$

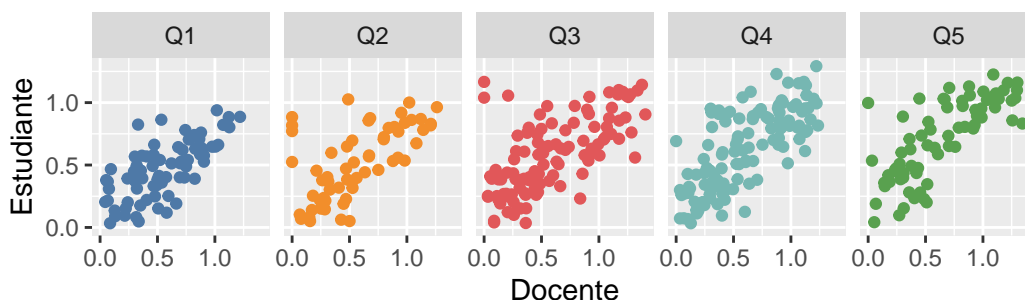


Figura 7: Relación IC estudiante IC docente en Maldonado

donde IC_{crq} representa el índice de compromiso promedio de las clases en un mismo grado de un centro educativo, y ICd_{crq} es el índice de compromiso docente en el mismo centro.

La Tabla 4 presenta una descomposición de la variabilidad del IC que surge del modelo estimado descrito en la Ecuación 2. Todos los efectos son significativos, pero se destaca que el indicador de compromiso para Docentes es el factor que más aporta para entender la variabilidad de IC de estudiantes.

Tabla 4: ANOVA para IC en 2021 con efecto Docente

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
departamento	18	32.68	1.82	38.62	0.0000
contexto.imp	4	68.01	17.00	361.67	0.0000
Docente	1	387.37	387.37	8240.00	0.0000
departamento:contexto.imp	71	8.88	0.13	2.66	0.0000
departamento:Docente	18	2.26	0.13	2.67	0.0002
contexto.imp:Docente	4	3.89	0.97	20.71	0.0000
departamento:contexto.imp:Docente	71	7.72	0.11	2.31	0.0000
Residuals	8848	415.95	0.05		

Visualizar los efectos o coeficientes del modelo no es sencillo por su cantidad, la Ecuación 2 se compone de 190 coeficientes (95 pendientes y 95 interceptos), que resumen el efecto del IC docente sobre el compromiso de estudiantes con CREA.

Como sugiere la Ecuación 2, el modelo ajustado se puede describir como una recta en cada combinación de departamento y contexto. La Figura 8 muestra las 95 rectas que surgen del modelo ajustado (19 departamentos por 5 niveles de contexto). En términos generales se observa un efecto positivo de la motivación docente sobre el uso de CREA por parte de los estudiantes, hay solamente dos coeficientes negativos que corresponden al contexto más bajo en Colonia y Lavalleja que se explican porque hay pocos puntos en esas categorías, y en realidad no son distinguibles de 0.

Otro aspecto para comentar a partir de la Figura 8 son los efectos distintos por contexto en cada departamento, es decir, en cada panel las rectas no son paralelas sino que se cruzan. Los resultados sugieren que en departamentos como Flores, Tacuarembó o Salto en donde los contextos más altos muestran efectos levemente inferiores mientras que en departamentos como Paysandú, Canelones o Montevideo la situación es a la inversa, el efecto docente en centros de contexto más alto es mayor. Hay también perfiles no lineales, entre efecto docente y contexto, hay varios departamentos en que el efecto docente es similar en todos los contextos salvo por uno o dos en que es más bajo. Esto sucede por ejemplo en Colonia (Q1) y Treinta y Tres (Q4).

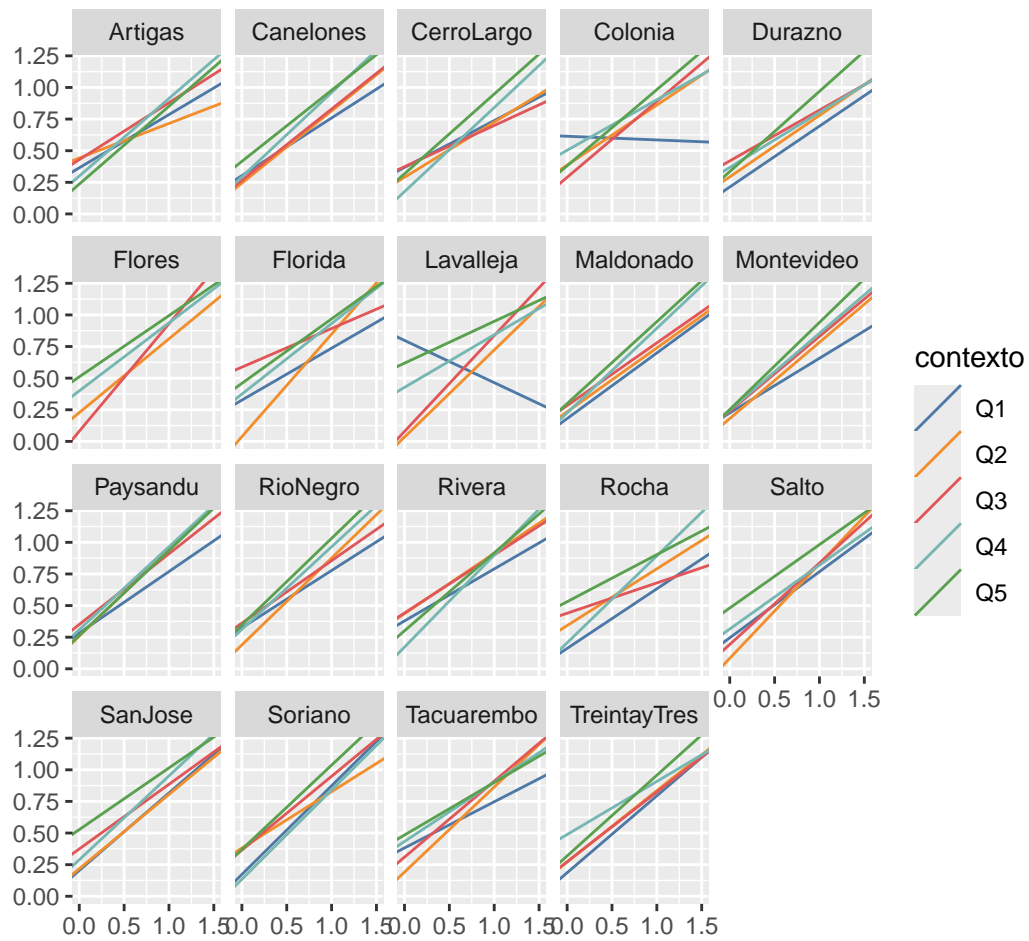


Figura 8: Modelo de regresión estimado para IC

4 Comentarios finales

El indicador IC presentado en este trabajo (ver Ecuación 1) permite estudiar el uso de plataformas educativas como CREA, al combinar distintos aspectos o dimensiones que surgen en la interacción de los usuarios (estudiantes y docentes) al interactuar con la plataforma. Al mismo tiempo, los valores concretos del indicador pueden ser interpretados en referencia a perfiles de uso tipo establecidos lo que facilita la lectura de los resultados. El IC es utilizado para caracterizar la evolución en el uso de la plataforma CREA durante el período 2018 a 2021. Se observa que el uso de CREA promedio pasa de una acción por semana a una acción por día, es decir es 5 veces más intenso.

En relación a determinantes del uso de CREA, se realizaron dos aproximaciones. En primer lugar, se estudiaron diferencias del IC en grupos determinados por variables de alto nivel como el departamento o región, el contexto socioeconómico del centro educativo y el grado. Los resultados sugieren que antes de la pandemia el único de estos factores que parece tener efecto es la región geográfica, donde se observa un mayor uso de la plataforma en el interior del país respecto de Montevideo. En cambio, en 2021 el contexto del centro y la interacción entre región y contexto parecen estar asociados al valor de IC . Los contextos altos muestran mayores niveles de uso y menor diferencia por región, en tanto que centros del quintil 1 muestran menores niveles de IC especialmente en Montevideo.

Un segundo aspecto que se analiza como determinante del compromiso estudiantil con CREA es el efecto del compromiso docente. Para esto se construye un ICd , que mide el uso de CREA por parte de los docentes y se utiliza como variable explicativa en modelos de regresión jerárquica con coeficientes distintos para cada combinación de departamento y contexto. Los resultados sugieren que el efecto del docente es relevante en todos los departamentos y casi todos los contextos, y que el perfil de efecto por contexto no es el mismo en cada departamento.

Referencias

- Aluja-Banet, Tomàs, Maria Ribera Sancho, y Ivan Vukic. 2019. «Measuring motivation from the Virtual Learning Environment in secondary education». *Journal of Computational Science* 36. <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2017.03.007>.
- Christenson, Sandra L., Cathy Wylie, y Amy L. Reschly. 2012. *Handbook of Research on Student Engagement*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7>.
- Marconi, Cecilia, Juan José Goyeneche, y Cristóbal Cobo. 2017. «When teachers and machines achieve the best combination: A national comparative study of face-to-face and blended teaching and learning». *The Sixth International Conference on Data Analytics*, 34-40.
- Molina, Federico, Natalia da Silva, Ignacio Alvarez-Castro, y Juan José Goyeneche. 2021. «Evaluación y monitoreo de plataformas educativas». *Serie Documentos de Trabajo; 2/21*. <https://orcid.org/0000-0002-4628-2731>.
- Moreno-Marcos, Pedro Manuel, Pedro J Muñoz-Merino, Carlos Alario-Hoyos, y Carlos Delgado Kloos. 2020. «Re-defining, analyzing and predicting persistence using student events in online learning». *Applied Sciences* 10 (5): 1722.
- Papadogiannis, Ilias, Vassilis Pouloupoulos, y Manolis Wallace. 2020. «A Critical Review of Data Mining for Education: What has been done, what has been learnt and what remains to be seen». *International Journal of Educational Research Review* 5 (4): 353-72.
- Sundar, PV Praveen, y AV Senthil Kumar. 2016. «A systematic approach to identify unmotivated learners in online learning». *Indian journal of science and technology* 9: 14.
- UNESCO, U. 2018. «Quick guide to education indicators for SDG 4». *Montreal, Canada: UNESCO UIS*. Retrieved from <http://uis.unesco.org/sites>.