

## Resultados Etapa Selección IMMC - Chile 2020

Un total de 17 equipos fueron preseleccionados para la segunda etapa del proceso de selección de los representantes de Chile para el IMMC 2020. De ellos, 16 equipos hicieron llegar sus informes con la solución al problema “Midiendo la desigualdad”. Cabe mencionar que debido a los acontecimientos ocurridos en el país desde mediados de octubre, los periodos de trabajo y evaluación sufrieron retrasos respecto a la planificación inicial.

La revisión de los informes de la segunda etapa fue llevada a cabo por los integrantes del Comité de Evaluación, quienes se reunieron en tres ocasiones durante diciembre. El foco de estas sesiones fue discutir sobre la originalidad y calidad matemática de los modelos y soluciones planteadas por los equipos, junto con la presentación general de los informes. Si bien se observaron algunos errores en el cálculo del coeficiente Gini, todos los equipos abordaron de manera apropiada la primera parte del problema. Por esta razón, el foco de la evaluación estuvo puesto en las soluciones a la segunda y tercera parte del problema, relativas al modelo de redistribución del impuesto aplicado al decil más rico de la población, y a proponer una medida alternativa al coeficiente Gini para medir la desigualdad, respectivamente. En ambos casos, hubo una gran variedad de modelos propuestos, por lo que la decisión no fue fácil.

Como resultado de la evaluación, el comité decidió seleccionar a 5 equipos para la última etapa, los que se encuentran listados en la siguiente página. Al final de este documento se describen brevemente algunas razones de la decisión y se incluyen recomendaciones generales para el trabajo en próximas ediciones de la competencia.

Como organización estamos muy contentos por el nivel de las soluciones de los equipos en esta etapa, particularmente respecto a la organización y presentación de los informes, que facilitaron la comprensión de los modelos propuestos. Durante el mes de enero y a principios de marzo los equipos seleccionados serán contactados por correo electrónico y recibirán instrucciones de cómo participar en la última etapa.

Atentamente,  
Flavio Guíñez  
Director IMMC - Chile

## Listado de equipos que pasan a la etapa de Selección

Nº	Colegio	Comuna	Tutor/a	Integrantes
1	Colegio San Francisco Javier de Huechuraba	Huechuraba	Rodrigo Román	Catalina Cárcamo, Catalina Jacob, Martín Latorre, Paula Ochoa
2	Colegio Pedro de Valdivia de Peñalolén	Peñalolén	Evelin Vergara	Alejandro Narbona, Vicente Gajardo, Cristóbal Riquelme, Benjamín Brito
3	Colegio Alemán St. Thomas Morus	Providencia	César Fernández	Agustín Carvajal, Catalina Alegría, Cristián Díaz, Bruno Schilling
4	Liceo Bicentenario Provincial Santa Teresa de Los Andes	Colina	M <sup>a</sup> Angélica Fuentes	Daniel Covarrubias, Diana Medina, Tomás Encina, Claudia Escobar
5	Colegio Josefino Santísima Trinidad	Providencia	Mónica Carvacho	Bruno Varela, Rocco Leviante, Bruno Parra, Lorenzo González

### Justificación de los equipos seleccionados

El problema "Midiendo la desigualdad" tenía tres partes:

1. Construir la curva de Lorenz para dos sociedades ficticias, la República de El Dorado y el Reino de Wakanda, junto con elaborar un gráfico que permita comparar ambas curvas. Además, calcular el coeficiente de Gini de ambos países a partir del porcentaje de ingresos de los deciles, y verificar que es el mismo.
2. Diseñar un modelo para distribuir el dinero obtenido de un impuesto aplicado al decil más rico de la población que permita reducir al máximo el coeficiente de Gini. Además, debían argumentar matemáticamente por qué el modelo propuesto para redistribuir este dinero es la que cumple esta condición y ejemplificar cómo se comporta este en ambas sociedades.
3. Definir otra medida, distinta al coeficiente de Gini, que permita comparar la desigualdad de distintos países, y usarla para establecer cuál de estas dos sociedades es más desigual. Finalmente, se les pedía señalar en cuál de ellas preferirían vivir.

Respecto a la primera parte, todos los informes incluyen tablas con los valores y gráficos de la curva de Lorenz para ambas sociedades. La mayoría logró determinar correctamente que el coeficiente de Gini de ambos países es igual a 0,448; algunos equipos confundieron las regiones A y B por lo que obtuvieron un valor distinto, aunque igual para ambas sociedades, razón por la cual no se percataron del error. Respecto a los procedimientos, la mayoría lo hizo de forma geométrica aplicando la fórmula para el área de triángulos; solo un par planteó una fórmula para el cálculo del Gini que refleja la suma de las áreas de trapecios en que se podía descomponer la región bajo la curva de Lorenz. Por otro lado, algunos equipos corroboraron el cálculo usando herramientas computacionales tales como

Geogebra. Aunque se observaron diferencias a nivel de claridad y detalle en la forma de presentar esta parte del problema, dado que todos los equipos la trabajaron de forma adecuada, el comité decidió considerarla en menor medida para la decisión.

Con respecto a la segunda parte del problema, hubo un par de equipos que propuso un modelo de redistribución que aplicaba impuestos a deciles distintos del decil D10<sup>1</sup> (el más rico), lo que no cumplía con la condición exigida en el problema. De los restantes, la mayoría consideró un valor fijo de impuesto al decil D10, en lugar de considerarlo como variable, como se esperaba. Entre ellos, muchos consideraron un impuesto que dejaba al decil D10 con el mismo porcentaje de ingresos que D9, lo que parece poco razonable de lograr en cualquier sociedad. Inclusive hubo algunos equipos que plantearon modelos que dejaban al D10 con menos ingresos que el D9, lo que es aún menos factible. Estos enfoques no toman en cuenta que las personas del D10 no permitirían que se les aplicara un impuesto tan elevado. Solo en un par de modelos se aplicaron impuestos que parecían más razonables; por ejemplo, aplicar uno que lograra la misma diferencia de ingresos entre el D10 y el D9 y entre el D9 y el D8. Por último, solo unos pocos equipos hicieron el intento de aplicar un impuesto que fuera variable, que era uno de los aspectos que se esperaba que se incluyera como para del modelamiento.

En relación a los modelos propuestos para repartir el impuesto al D10, la mayoría de los equipos se dieron cuenta que era importante asegurarse que los deciles no cambiaran de orden, aunque un par de equipos pasaron esto por alto. Esta es una suposición razonable, pues no se espera que un buen sistema redistributivo castigue a un grupo dejándolo con menos ingresos que otros grupos que originalmente tenían menos. Respecto al modelo de distribución, hubo dos enfoques que se presentaron mayoritariamente:

- Repartir el impuesto de forma proporcional a alguna medida de la riqueza que cada decil tenía (por ejemplo, a la diferencia con el ideal, equivalente al 10% de ingresos del país).
- Distribuir el impuesto partiendo desde los deciles más pobres, de manera de igualar al máximo los ingresos, pero preservando el orden.

Cabe mencionar que muy pocos equipos buscaron explicar matemáticamente por que su distribución de impuestos redujo el Gini al máximo posible dadas las restricciones del problema. En algunos informes se vislumbran intentos de esto, pero sus justificaciones fueron más bien vagas, quedándose la mayoría en el plano descriptivo.

Para la última parte, la idea era que los equipos propusieran una nueva medida para la desigualdad, alternativa al Gini. Aunque en el enunciado del problema no se especifica que esta medida debía ser original, dado el carácter de la competencia, aquellos equipos que crearon índices propios fueron mejor evaluados respecto de aquellos equipos que aplicaron algunos conocidos. Entre los equipos que utilizaron medidas conocidas (Palma, Rogers y Tanimoto, etc.), las soluciones de aquellos que revisaron las suposiciones necesarias para que estos índices funcionaran fueron consideradas

---

<sup>1</sup> Nos referiremos a los deciles de población como D1, D2, ... , D10.

mejores que las de los otros. Por ejemplo, dos equipos basaron su medida en el índice de Palma<sup>2</sup>, pero solo uno notó que este índice se basa en la observación empírica de que en casi todos los países del mundo, los deciles del D5 al D9 poseen el 50% de la riqueza, lo que no se cumplía para Wakanda y El Dorado; dado eso, propusieron una modificación de este índice. En cuanto a las propuestas originales, no bastaba con definir un índice que hiciera 0 a una sociedad de total igualdad y 1 (o 100) a la más desigual o que simplemente permitiera diferenciar a ambas sociedades. Entre aquellas que parecían más razonables, se podría haber dado más argumentos matemáticos para justificar por qué el método propuesto para medir desigualdad era mejor que el Gini. Algunos equipos optaron por incluir escenarios alternativos para evaluar la nueva medida propuesta, lo que fue considerado como positivo.

El comité decidió dejar pasar a la etapa final a todos los equipos que desarrollaron modelos adecuados para las segunda y tercera parte del problema. Además, decidió seleccionar también aquellos informes que presentaran ideas matemáticas originales en alguna de estas partes, y que tuvieran una alta calidad en las restantes partes. Cuando los equipos propusieron métodos similares, aquellos que hicieron un mejor trabajo explicando en forma clara y sucinta sus elecciones se consideraron como mejores informes.

## **Comentarios y recomendaciones**

A continuación se incluyen algunos comentarios generales y recomendaciones para la elaboración de futuros informes:

- El resumen debe tener una estructura clara y al menos señalar cuál es el problema que se busca resolver, el enfoque utilizado para el o los modelos y una descripción de los principales resultados obtenidos.
- Es fundamental responder todas las preguntas planteadas. Hay que tener en cuenta que se espera que las justificaciones se basen en argumentos matemáticos.
- Evitar expresiones que no sean imparciales o tengan algún tipo de sesgo (por ejemplo, con connotación ideológica).
- Asegurarse de que la notación usada no sea confusa o incorrecta. Esta debe facilitar la lectura del trabajo matemático.
- Evitar el uso innecesario de variables, definiendo solo aquellas que se van a utilizar.
- Explicar los modelos en detalle, dando cuenta de las razones de las decisiones tomadas y de los componentes del modelo.
- Tener en cuenta que las conclusiones tienen que estar debidamente respaldadas o desprenderse de los resultados de los modelos.

---

<sup>2</sup> El índice de Palma corresponde al cociente entre los ingresos del decil D10 y de la suma de ingresos de los 4 deciles más pobres (D1 a D4).