



**Universitat**  
de les Illes Balears

**TRABAJO DE FIN DE GRADO**

**INVERSIONES ESPECÍFICAS EN CAPITAL  
HUMANO DEL SECTOR EDUCATIVO Y EL  
IMPACTO DEL COVID-19**

**Guillermo Mingot Fiol**

**Grado de Administración de Empresas**

**Facultad de Economía y Empresa**

**Año Académico 2020-21**

# INVERSIONES ESPECÍFICAS EN CAPITAL HUMANO DEL SECTOR EDUCATIVO Y EL IMPACTO DEL COVID-19

**Guillermo Mingot Fiol**

**Trabajo de Fin de Grado**

**Facultad de Economía y Empresa**

**Universidad de las Illes Balears**

**Año Académico 2020-21**

Palabras clave del trabajo:

capital humano, inversión específica, covid-19, enseñanza online

*Nombre Tutor/Tutora del Trabajo Monica Anna Giovanniello*

Se autoriza la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea, con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Resumen

En este trabajo se ha realizado un estudio, a través de un modelo teórico, de cómo el sector educativo y su decisión de invertir en capital humano pueden verse afectados por el impacto producido por la pandemia del covid-19. Desarrollo un juego en el que existen dos periodos, en el primero se muestran las decisiones de inversión de la universidad y los profesores y en el segundo reciben sus beneficios de invertir, en función de unos estados del mundo, uno bueno en el que sigue la pandemia y otro malo donde ésta para. Los resultados del modelo indican que, dependiendo del estado del mundo, los costes de inversión y los beneficios producidos de las decisiones de la universidad y los profesores existen distintos equilibrios de Nash. Por tanto, podemos concluir que cuando la pandemia continúa y los costes de invertir son menores que los beneficios producidos tanto la universidad como los docentes deciden invertir en capital humano, aunque si los costes de invertir son superiores a los beneficios producidos, ambos deciden no invertir. En cambio, cuando la crisis sanitaria para, independientemente de los costes de invertir y los beneficios producidos, ninguno de los dos jugadores invierte.

Palabras clave: capital humano, inversión específica, covid-19, enseñanza online.

## Abstract

In this work I develop a theoretical model to study how the covid-19 may have affected the decision in human capital in the education sector. I develop a two periods game. In the first period both professors and the institution have to decide whether to invest or not, while in the second period the state of the world is disclosed, and the benefits of the investments are collected. The results of the model show that, depending on the state of the world, the investment costs and the benefits produced from the decisions of the university and the professors, there are different Nash equilibrium. Therefore, we can conclude that when the pandemic continues and the costs of investing are small enough, both the university and the professors decide to invest in human capital in the first period. On the other hand, when the health crisis stops, regardless of the costs of investing and the benefits produced, neither player invest.

Keywords: human capital, specific investment, covid-19, online teaching.

## Índice

1. Introducción.....	1
1.1. Revisión de la literatura.....	3
2. Descripción del Modelo .....	4
2.1. Funciones de utilidad en el del escenario bueno ( $w= G$ ).....	5
2.2. Funciones de utilidad en el escenario malo ( $w= B$ ): .....	6
3. Juego con información perfecta .....	7
3.1. Estado del mundo bueno .....	7
3.2. Estado del mundo malo ( $w= B$ ).....	10
4.Conclusiones.....	12
5.Bibliografía .....	15

## Índice de Tablas

Tabla 1. Juego estático en el estado del mundo bueno ( $w=G$ ) .....	7
Tabla 2. Juego estático en el estado del mundo malo ( $w=B$ ) .....	10

## 1. Introducción

El Covid 19 ha cambiado muchos aspectos de la vida cotidiana y comunitaria. Ha modificado gran parte de nuestras actividades y la forma en la que entendemos el mundo, gran cantidad de nuevas tecnologías germinan día a día a causa de la transformación digital casi obligada por esta pandemia mundial. Por tanto, la educación no podía ser menos y debía adaptarse a las nuevas condiciones provocadas por el virus. El confinamiento obligatorio de la población causó la necesidad de impartir las clases de otra manera, a la fuerza los métodos tuvieron que cambiar y ser más actuales, ligados íntimamente a las nuevas tecnologías. Actualmente, debido a la crisis sanitaria muchas de las clases siguen impartándose enmarcadas en este nuevo modelo o en uno mixto con algunos alumnos en el aula y otros telemáticamente.

Las universidades han tenido que poner a disposición de los alumnos y profesores herramientas como Zoom, BBcollaborate, Google Classroom, entre otras, con el fin de poder asistir e impartir las clases virtualmente. Los alumnos también se han visto superados por esta nueva circunstancia en numerosas ocasiones. Todo esto es debido al estrés que conlleva un cambio de estas dimensiones, además, en parte, al ver como todos los contenidos y plataformas aún debían ser actualizados. Estos hechos han provocado la imperiosa necesidad de los profesores por hacerse con esta nueva situación, aprendiendo a usar las plataformas online y adaptando los contenidos a lo que los alumnos requerían en esta situación tan difícil y compleja. Esto, sin duda, hace relevante la inversión de las universidades en que los docentes estén lo mejor preparados para impartir docencia de calidad, con garantías. Los profesores no nacieron enseñados y muchos de ellos no son demasiado versados en la tecnología, por razones obvias debidas en gran parte a que no nacieron en la era digital, como así lo han hecho la enorme mayoría de los alumnos a los que dan clases, por ello es importante que los profesores se formen adecuadamente. Aun así, poco a poco éstos se han hecho con las riendas de la situación, aprendiendo como gestionar los contenidos y la plataforma usada para impartir clases, pero queda mucho por hacer.

De aquí surge el tema clave a tratar en esta investigación de corte matemático-teórico, la inversión específica en formación de capital humano, en este caso con dos partes muy claras, la Universidad y los Profesores. Este hecho es importante en la medida en la que afecta a una gran cantidad de agentes (alumnos, profesores, familias, universidad, etc.) y siendo de sumo interés entender cómo funcionan este tipo de inversiones y sus consecuencias. Estas inversiones van a determinar el futuro de la educación tal y como la conocemos actualmente, forzada a cambiar al menos por ahora.

La relación entre el Covid y la educación es un tema de gran relevancia e interés, por ello, muchos investigadores se han lanzado a tratar de analizar este fenómeno que tanto tiene que ofrecer. Por supuesto, hay miles de aproximaciones al asunto en cuestión, aunque la mayoría han hecho un acercamiento más bien cualitativo.

También se están realizando numerosos artículos mostrando nuevos modelos educativos surgidos a raíz de la pandemia y como han resultado en los alumnos, midiendo los efectos en su aprendizaje. A la vez, varios estudios se han centrado en ver como de satisfechos han estado los alumnos y los profesores con estos modelos. Es remarcable el hecho de que muy pocos investigadores relacionados con la economía han reparado en el tema, muchos de los que han producido artículos versados en esta cuestión son educadores. Por tanto, podemos aventurarnos a pensar que realmente no se ha trabajado el concepto mediante modelos matemáticos teóricos, como si es en nuestro caso.

Area et al. (2021) estudian el tipo de enseñanza que se ha llevado a cabo en España durante la pandemia. En su artículo nos muestran cómo se ha desarrollado la docencia en las universidades españolas durante el curso 2020-2021, por tanto, es relevante ya que pone de relieve el tipo de clases que se están usando para enseñar. Concluyen que la gran mayoría de universidades han seguido las recomendaciones del Ministerio de Universidades y que las políticas educativas que se han implementado en las mismas son similares. Además, remarcan que las universidades son reacias a la implementación de un modelo online, tratando de defender así la educación presencial.

Díaz y Loyola (2021) investigan sobre la falta de competencias digitales que los alumnos y los profesores tienen a la hora de enfrentarse a los nuevos modelos de enseñanza online. Concluyen que es un buen momento para potenciar estas competencias digitales y hacer que estos profesores y alumnos se adapten mejor a las nuevas tecnologías.

Varios de los investigadores han centrado sus esfuerzos en ver si los modelos de enseñanza online han sido buenos y provechosos, como por ejemplo Basahóan et al. (2020) donde tratan la efectividad que ha tenido el aprendizaje a través de la docencia online durante la pandemia, donde hacen especial mención a los problemas que conlleva no tener a los profesores bien adaptados y acostumbrados al uso de las tecnologías para impartir las clases online. Los resultados del estudio son bastante halagüeños teniendo en cuenta los problemas acontecidos en el momento de dar docencia, indicando que, aunque el 99% de los profesores ha tenido al menos algún tipo de contratiempo, gran parte de los estudiantes están satisfechos. A pesar de esto, concluyen que el sistema de docencia online es efectivo, pero no eficiente probablemente por los costes en los que se ha incurrido de inversión en material y tecnología, los cuales no serían necesarios en un modelo presencial.

## 1.1. Revisión de la literatura

Para tener entender de forma general que es la inversión en capital humano específico, es importante revisar la literatura ya existente sobre el tema en cuestión, debido a que nos proporciona esa base teórica para afrontar la confección de un nuevo modelo enfocado en la relación entre la universidad y los profesores.

Lazear (2009) desarrolla un modelo relacionado con las inversiones específicas de capital humano. Presenta dos habilidades a aprender, A y B, y ambas tienen un coste C, tanto para una como la otra habilidad. El trabajador hará su inversión en el periodo  $t=1$  y en el periodo  $t=2$  recibirá los frutos de su inversión de capital específico. Las empresas ponderarán de forma distinta las habilidades específicas, por tanto, eso afectará a la decisión del trabajador de invertir más o menos en cada una de las dos habilidades. Concluye que las pérdidas que reporta la inversión específica a los trabajadores aumentan a medida que permanezcan más tiempo en la empresa y tengan menos facilidades de conseguir otro trabajo. Además, los empresarios tenderán a invertir más en formación general, aunque si el aprendizaje se realiza con patrones extraños, como por ejemplo estudiar medicina y derecho en la misma empresa, las empresas estarán dispuestas a invertir más en aquellas habilidades que es más probable que se pierdan si es despedido el trabajador.

Por otra parte, tenemos el Modelo de Hashimoto (1981) donde también se trata el concepto de las inversiones específicas de capital humano, siguiendo las ideas de Becker, como Lazear (2009). Los trabajadores y los empresarios recibirán unos beneficios producidos por la inversión. Estos beneficios obtenidos pueden ser distintos dependiendo de los estados del mundo que se originen una vez tomadas sus decisiones de inversión. Siendo ambos jugadores neutrales al riesgo, el modelo concurre en dos periodos. En primer lugar, se toman las decisiones de inversión, tanto por parte de los trabajadores como de la empresa, y en el segundo periodo se recibirán los resultados de las inversiones. Concluye mediante su análisis que el reparto de la inversión depende de los costes de transacción que supone determinar y evaluar la productividad de los trabajadores.

Seguidamente, tenemos el modelo de Leuven y Oosterberk (2001), éste es una simplificación del de Hashimoto (1981). Más concretamente, es un comentario al modelo teórico que Hashimoto hizo con anterioridad. A diferencia de Hashimoto ellos asumen que el surplus debe ser repartido entre la empresa y el trabajador. Ellos muestran que esta nueva suposición no afecta a los resultados.

En la próxima sección vamos a describir el modelo matemático. En la sección 3 construiremos el juego con información perfecta y en la última sección presentaremos las conclusiones.



## 2. Descripción del Modelo

En este capítulo describiremos el modelo matemático, en el cual hay dos jugadores; la Universidad y los profesores lo que denoto, respectivamente, por U y P. Ambos jugadores son neutrales al riesgo. Existen dos periodos,  $t = \{1, 2\}$ .

En el primer periodo,  $t=1$ , los dos jugadores toman las decisiones de invertir o no invertir de forma simultánea y en el segundo periodo,  $t=2$ , se realiza el estado del mundo,  $w = \{G, B\}$  y los agentes reciben su payoff. Si en el segundo periodo,  $t=2$ , la pandemia continúa decimos que el estado del mundo es bueno ( $w = G$ ), y si la pandemia para decimos que el estado del mundo es malo ( $w = B$ ).

Los jugadores pueden invertir simultáneamente en  $t=1$ , para mejorar la rentabilidad de la docencia en el periodo siguiente,  $t=2$ , si el estado del mundo es  $w = G$ . Los profesores pueden invertir  $x_p > 0$  para formarse en como tienen que impartir las clases telemáticamente, es decir, aprender cómo utilizar los distintos recursos como “Zoom” o “BBCollaborate”, la pizarra digital, como gestionar la clase en directo, grabar la clase online, etc. En el caso de la universidad, puede invertir  $x_u > 0$  para mejorar la plataforma de docencia online y que esta se adapte a lo que necesitan los profesores y alumnos que la usan.

Para hacerlo más sencillo asumimos que, los salarios de los profesores, ( $w$ ), son iguales a 0, debido a que esto simplifica el modelo. El surplus o beneficio que pueden reportar las inversiones son  $m > 0$  y  $n > 0$  donde  $m$  es el beneficio de la plataforma online proporcionada por la universidad si decide invertir y  $n$  es el beneficio de los contenidos que aportan los profesores ya una vez formados. En  $t=2$  si el estado del mundo es bueno el beneficio debido a la inversión de los profesores son los contenidos aportados por ellos,  $n$ , y lo debido a la inversión de la universidad es la plataforma online,  $m$ . Si en cambio el estado del mundo en  $t=2$  es malo, el beneficio debido a la inversión de los profesores es una proporción de los contenidos,  $\beta n$ , y lo debido a la inversión de la universidad es una proporción de la plataforma online,  $\alpha m$ .

Las decisiones de cada agente  $i = \{p, u\}$ , respectivamente los profesores y la universidad, se denota por  $D_i = \{0, 1\}$ . Si el agente  $i$  decide invertir en  $t=1$  escribimos  $D_i = 1$  y  $D_i = 0$  de lo contrario.

Las utilidades dependen de los distintos estados del mundo que se produzcan en el juego y de las decisiones que estos toman respecto a las inversiones de capital específico. En nuestro caso hemos definido dos estados del mundo, que son el bueno ( $w = G$ ) y el malo ( $w = B$ ).

## 2.1. Funciones de utilidad en el del escenario bueno ( $w= G$ )

Ahora podemos introducir las funciones de utilidad de los jugadores cuando el estado del mundo es bueno. Denoto  $U_u$  la utilidad de la universidad y  $U_p$  la utilidad de los profesores.

Primero centrémonos en la función de utilidad de la universidad ( $U$ ) por cada decisión de los profesores ( $P$ ).

Cuando la universidad como los profesores inviertan en el buen estado del mundo, la utilidad de la universidad es igual a la suma entre los costes de invertir,  $-X_u$ , y el beneficio producido de la plataforma online y los contenidos de los profesores,  $(m+n)$ :

$$U_u(I, I | G) = -X_u + m + n$$

Cuando la Universidad invierta y los profesores no lo hagan en el buen estado del mundo, la utilidad de la universidad es igual a la suma entre los costes de invertir,  $-X_u$ , y el beneficio producido de la plataforma online,  $\alpha m$ :

$$U_u(I, N | G) = -X_u + \alpha m$$

Cuando la Universidad no invierta y los profesores si lo hagan en el buen estado del mundo, la utilidad de la Universidad es igual al beneficio producido de los contenidos de los profesores,  $(1-\beta) n$ :

$$U_u(N, I | G) = 0 + (1 - \beta) n$$

Cuando la universidad y los profesores no invierten en el buen estado del mundo, la utilidad de la universidad es igual a 0:

$$U_u(N, N | G) = 0$$

En segundo lugar, centrémonos en la función de utilidad de los profesores ( $P$ ) por cada decisión de la universidad ( $U$ ).

Cuando los profesores y la Universidad inviertan en el buen estado del mundo, la utilidad de los profesores es igual a la suma entre los costes de invertir,  $-X_p$ , y el beneficio producido de la plataforma online y los contenidos de los profesores,  $(m+n)$ :

$$U_p(I, I | G) = -X_p + n + m$$

Cuando los profesores no inviertan y la Universidad si lo haga en el buen estado del mundo, la utilidad de los profesores es igual al beneficio producido de la plataforma online,  $(1-\alpha) m$ :

$$U_p(I, N | G) = 0 + (1 - \alpha) m$$

Cuando los profesores inviertan y la universidad no lo haga en el buen estado del mundo, la utilidad de los profesores es igual a la suma de los costes de su inversión,  $-X_p$ , y el beneficio producido de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ :

$$U_p(N, I | G) = -X_p + \beta n$$

Cuando la universidad y los profesores no invierten en el buen estado del mundo, la utilidad de los profesores es igual a 0.

$$U_p(N, N | G) = 0$$

## 2.2. Funciones de utilidad en el escenario malo ( $w= B$ ):

Ahora podemos introducir las funciones de utilidad de los jugadores cuando el estado del mundo es malo. Denoto  $U_u$  la utilidad de la universidad y  $U_p$  la utilidad de los profesores.

Primero centrémonos en la función de utilidad de la universidad (U) por cada decisión de los profesores (P).

Cuando la universidad y los profesores inviertan en el mal estado del mundo, la utilidad de la Universidad es igual a la suma entre los costes de invertir,  $-X_u$ , y el beneficio producido por la plataforma online,  $\alpha m$ , y los contenidos de los profesores,  $(1-\beta) n$ .

$$U_u(I, I | B) = -X_u + \alpha m + (1 - \beta) n$$

Cuando la Universidad invierta y no lo hagan los profesores en el mal estado del mundo, la utilidad de la Universidad es igual a la suma entre los costes de invertir,  $-X_u$ , y el beneficio producido de la plataforma online,  $\alpha m$ .

$$U_u(I, N | B) = -X_u + \alpha m$$

Cuando la Universidad no invierta y los profesores si lo hagan en el mal estado del mundo, la utilidad de la Universidad es igual al beneficio producido de los contenidos de los profesores,  $(1-\beta) n$ .

$$U_u(N, I | B) = 0 + (1 - \beta) n$$

Cuando la universidad y los profesores no invierten en el mal estado del mundo, la utilidad de la universidad es igual a 0.

$$U_u(N, N | B) = 0$$

En segundo lugar, centrémonos en la función de utilidad de los profesores (P) por cada decisión de la universidad (U).

Cuando los profesores y la Universidad inviertan en el mal estado del mundo, la utilidad de los profesores es igual a la suma entre los costes de invertir,  $-X_p$ , y el beneficio producido de la plataforma online,  $(1-\alpha) m$ , y los contenidos de los profesores,  $\beta n$ .

$$U_p(I, I | B) = -X_p + (1 - \alpha) m + \beta n$$

Cuando los profesores no inviertan y si lo haga la Universidad en el mal estado del mundo, la utilidad de los profesores es igual al beneficio producido de la plataforma online,  $(1-\alpha) m$ .

$$U_p(I, N | B) = 0 + (1 - \alpha) m$$

Cuando los profesores inviertan y no lo haga la Universidad en el mal estado del mundo, la utilidad de los profesores es igual a la suma entre los costes de invertir,  $-X_p$ , y el beneficio producido de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ .

$$U_p(N, I | B) = -X_p + \beta n$$

Cuando los profesores y la universidad no invierten en el mal estado del mundo, la utilidad de los profesores es igual a 0.

$$U_p(N, N | B) = 0$$

### 3. Juego con información perfecta

En este capítulo voy a resolver el juego analizando las decisiones de la Universidad y de los Profesores, cuando tienen información perfecta en el estado del mundo en el segundo periodo.

#### 3.1. Estado del mundo bueno

Cuando el estado del mundo es bueno ( $w=G$ ), con la pandemia continuando la universidad (U) y los profesores (P) pueden decidir entre invertir (I) y no invertir (N). Las utilidades ( $U_u; U_p$ ) de cada uno de los jugadores vendrán determinadas por sus propias decisiones y de las acciones que tome el jugador contrario. Los jugadores escogerán aquellas decisiones que les reporten una mayor utilidad.

Tabla 1: *Juego información perfecta en el estado del mundo bueno ( $w=G$ )*

		Profesores	
		I	N
Universidad	I	$-X_u + m + n, -X_p + n + m$ Equilibrio de Nash A	$-X_u + \alpha m, 0 + (1-\alpha) m$
	N	$0 + (1-\beta) n, -X_p + \beta n$	0, 0 Equilibrio de Nash B

Por tanto, procedemos a comparar cada una de las utilidades, primero de la universidad ( $U_u$ ) y luego de los profesores ( $U_p$ ).

Si los profesores invierten la utilidad de la universidad cuando invierten es  $-X_u + m + n$ , es decir, es igual a la suma entre los costes de invertir más el

beneficio de la plataforma online y los contenidos. En el caso de que la universidad no invierta y si lo hagan los profesores, la utilidad de la universidad es el beneficio producido de los contenidos de los profesores,  $(1 - \beta) n$ .

Así que si los profesores invierten en el buen estado del mundo la universidad invierte si y solo si  $m + \beta n > X_u$ , es decir, si la suma del beneficio producido de la plataforma online,  $m$ , y de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , es mayor a los costes de invertir,  $X_u$ .

$$U_u(I, I | G) > U_u(N, I | G)$$

$$-X_u + m + n > (1 - \beta) n$$

$$-X_u > -m - \beta n$$

$$X_u < m + \beta n$$

Si los profesores no invierten la utilidad de la universidad cuando invierte es  $-X_u + \alpha m$ , es decir, la suma entre los costes de invertir y el beneficio producido de la plataforma online. En el caso de que la universidad no invierta y tampoco lo hagan los profesores la utilidad de la universidad es igual a 0.

$$U_u(I, N | G) > U_u(N, N | G)$$

$$-X_u + \alpha m > 0$$

$$X_u < \alpha m$$

$$\text{Dado que } \alpha m < m + \beta n$$

la universidad invierte, independientemente de lo que hagan los profesores, si y solo si

$$X_u < \alpha m.$$

Si la universidad invierte la utilidad de los profesores cuando invierten es  $-X_p + n + m$ , es decir, es igual a la suma entre los costes de invertir y el beneficio producido de la plataforma online y de los contenidos de los profesores. En el caso de que los profesores no inviertan y si lo haga la universidad la utilidad de los profesores es  $(1 - \alpha) m$ , por tanto, es igual al beneficio producido de la plataforma online.

Así que si la universidad invierte en el buen estado del mundo los profesores invierten si y solo si  $n + \alpha m > X_p$ , es decir, si la suma del beneficio producido de los contenidos de los profesores,  $n$ , y el de la plataforma online,  $\alpha m$ , es mayor a los costes de invertir,  $X_p$ .

$$U_p(I, I | G) > U_p(I, N | G)$$

$$-Xp + n + m > (1 - \alpha) m$$

$$Xp < n + \alpha m$$

Si la universidad no invierte la utilidad de los profesores cuando invierten es  $-Xp + \beta n$ , es decir, es igual a la suma entre los costes de invertir y el beneficio de los contenidos creados por los profesores. En el caso de que la universidad no invierta y tampoco lo hagan los profesores la utilidad de los profesores es igual a 0.

$$U_p(N, I | G) > U_p(N, N | G)$$

$$-Xp + \beta n > 0$$

$$Xp < \beta n$$

Dado que  $\beta n < n + \alpha m$

los profesores invierten, independientemente de lo que haga la universidad, si y solo si

$$Xp < \beta n.$$

De las utilidades y decisiones tomadas anteriormente se derivan dos condiciones. Estas nos permiten determinar los equilibrios de Nash y son:

La primera de estas condiciones representa los costes de invertir por parte de la universidad,  $Xu$ , que deben estar entre la totalidad del beneficio producido de la plataforma online,  $m$ , y una parte de estos beneficios,  $\alpha m$ .

$$\alpha m < Xu < m$$

La segunda condición representa los costes de invertir por parte de los profesores,  $Xp$ , que deben situarse entre la totalidad del beneficio producido de los contenidos y recursos online que pueden aportar,  $n$ , y una parte de estos beneficios,  $\beta n$ .

$$\beta n < Xp < n$$

**Proposición 1.** Cuando el estado del mundo es bueno ( $w = G$ ), si los costes de los jugadores son tal que

- $Xu < \alpha m$  y  $Xp < \beta n$  el equilibrio de Nash es  $(I, I)$
- $\beta n < Xp < n$  y  $\alpha m < Xu < m$  existen dos equilibrios de Nash  $(I, I)$  y  $(N, N)$
- $Xu > \alpha m$  y  $Xp > \beta n$  el equilibrio de Nash  $(N, N)$

Por tanto, en el estado del mundo bueno ( $w = G$ ), si los costes de invertir por parte de la universidad,  $Xu$ , y de los profesores,  $Xp$ , son menores que los

beneficios producidos por la plataforma online,  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , el equilibrio de Nash es (I, I).

Si en el estado del mundo bueno ( $w= G$ ), los costes de invertir por parte de la universidad,  $X_u$ , y de los profesores,  $X_p$ , están entre los beneficios producidos por la plataforma online,  $m$  y  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $n$  y  $\beta n$ , existen dos equilibrios de Nash (I, I) y (N, N). Esto es así debido a que cuando los costes de invertir de la universidad y los profesores,  $X_u$  y  $X_p$ , son inferiores a los beneficios producidos por la plataforma online,  $m$ , y de los contenidos de los profesores,  $n$ , el equilibrio de Nash es (I, I). Pero si los costes de invertir de la universidad y los profesores,  $X_u$  y  $X_p$ , son mayores que los beneficios producidos de la plataforma online,  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , el equilibrio de Nash es (N, N).

En el estado del mundo bueno ( $w= G$ ), en el caso de que los costes de invertir de la universidad,  $X_u$ , y los de los profesores,  $X_p$ , sean mayores que los beneficios producidos de la plataforma online,  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , el equilibrio de Nash es (N, N).

### 3.2. Estado del mundo malo ( $w= B$ )

Cuando el estado del mundo es malo ( $w= B$ ), con la pandemia terminada la universidad (U) y los profesores (P) pueden decidir entre invertir (I) y no invertir (N). Las utilidades ( $U_u; U_p$ ) de cada uno de los jugadores vendrán determinadas por sus propias decisiones y de las acciones que tome el jugador contrario. Los jugadores escogerán aquellas decisiones que les reporten una mayor utilidad.

Tabla 2: *Juego estático en el estado del mundo malo ( $w=B$ )*

		Profesores	
		I	N
Universidad	I	$-X_u + \alpha m + (1-\beta) n,$ $-X_p + (1-\alpha) m + \beta n$	$-X_u + \alpha m, 0 + (1-\alpha) m$
	N	$0 + (1-\beta) n, -X_p + \beta n$	0, 0 Equilibrio de Nash A

Por ello, procedemos a comparar cada una de las utilidades, primero las de la universidad ( $U_u$ ) y luego de los profesores ( $U_p$ ).

Si los profesores invierten la utilidad de la universidad cuando invierten es  $-X_u + \alpha m + (1-\beta) n$ , es decir, la suma entre los costes de invertir por parte de la universidad y el beneficio producido de la plataforma online y de los contenidos de los profesores. En el caso de que la universidad no invierta y si lo hagan los profesores la utilidad de la universidad es  $(1-\beta) n$ , por tanto, es igual al beneficio producido de los contenidos creados por los profesores.

Así que si los profesores invierten en el mal estado del mundo la universidad invierte si y solo si  $X_u < \alpha m$ , es decir, si el beneficio producido de la plataforma online,  $\alpha m$ , es mayor a los costes de invertir,  $X_u$ .

$$\begin{aligned}
 U_u(I, I | B) &> U_u(N, I | B) \\
 -X_u + \alpha m + (1 - \beta) n &> (1 - \beta) n \\
 X_u &< \alpha m
 \end{aligned}$$

Si los profesores no invierten la utilidad de la universidad cuando invierten es  $-X_u + \alpha m$ , es decir, es igual a la suma entre los costes de la universidad al invertir y el beneficio producido de la plataforma online. En el caso de que la universidad no invierta y tampoco lo hagan los profesores la utilidad de la universidad es igual a 0.

$$\begin{aligned}
 U_u(I, N | B) &> U_u(N, N | B) \\
 -X_u + \alpha m &> 0 \\
 X_u &< \alpha m
 \end{aligned}$$

La universidad invierte, independientemente de lo que hagan los profesores, si y solo si  $X_u < \alpha m$ .

Si la universidad invierte la utilidad de los profesores cuando invierten es  $-X_p + (1 - \alpha) m + \beta n$ , es decir, es igual a la suma entre los costes de invertir y el beneficio producido de la plataforma online y de los contenidos de los profesores. En el caso de que los profesores no inviertan y si lo haga la universidad la utilidad de los profesores es  $(1 - \alpha) m$ , por tanto, el beneficio producido de la plataforma online.

Así que si la universidad invierte en el mal estado del mundo los profesores invertirán si y solo si  $X_p < \beta n$ , es decir, si el beneficio producido de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , es mayor a los costes de invertir,  $X_p$ .

$$\begin{aligned}
 U_p(I, I | B) &> U_p(I, N | B) \\
 -X_p + (1 - \alpha) m + \beta n &> (1 - \alpha) m \\
 X_p &< \beta n
 \end{aligned}$$

Si la universidad no invierte la utilidad de los profesores cuando invierten es  $-X_p + \beta n$ , es decir, la suma entre los costes de acometer su inversión y el beneficio producido de los contenidos creados por los profesores. En el caso de que la universidad no invierta y tampoco lo hagan los profesores la utilidad de los profesores es igual 0.

$$\begin{aligned}
 U_p(N, I | B) &> U_p(N, N | B) \\
 -X_p + \beta n &> 0 \\
 X_p &< \beta n
 \end{aligned}$$



Los profesores invierten, independientemente de lo que haga la universidad, si y solo si  $Xp < \beta n$ .

Entonces podemos determinar dos condiciones, en función de las decisiones y utilidades. Estas nos permiten determinar los equilibrios de Nash y son:

La primera de las condiciones representa que el coste de invertir de la universidad,  $Xu$ , será superior al beneficio producido de la plataforma online que puede aportar,  $\alpha m$ .

$$Xu > \alpha m$$

La segunda de las condiciones representa el coste de invertir de los profesores,  $Xp$ , que será superior al beneficio producido de los contenidos que puedan aportar,  $\beta n$ .

$$Xp > \beta n$$

**Proposición 2.** Cuando el estado del mundo es malo ( $w= B$ ), si los costes de los jugadores son tal que

- $Xu > \alpha m$  y  $Xp > \beta n$  el equilibrio de Nash es  $(N, N)$
- $Xu < \alpha m$  y  $Xp < \beta n$  el equilibrio de Nash es  $(N, N)$

En el estado del mundo malo ( $w= B$ ), en el caso de que los costes de invertir de la universidad,  $Xu$ , y los de los profesores,  $Xp$ , sean mayores que los beneficios producidos de la plataforma online,  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , el equilibrio de Nash es  $(N, N)$ .

En el estado del mundo malo ( $w= B$ ), en el caso de que los costes de invertir de la universidad,  $Xu$ , y los de los profesores,  $Xp$ , sean inferiores que los beneficios producidos de la plataforma online,  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , el equilibrio de Nash también es  $(N, N)$ .

## 4. Conclusiones

El modelo que hemos confeccionado anteriormente responde a la necesidad de los profesores, la universidad y el sector educativo en su conjunto de ajustarse a un nuevo panorama arrojado por la pandemia. Este hecho ha permitido que la tecnología y los nuevos modelos educativos se abran paso entre los modelos tradicionales, los cuales están en cierta forma tendiendo a modificarse para dar respuesta a las exigencias que conlleva esta situación extraordinaria.

Esta transición a un modelo más avanzado, tendiente a cambiar la relación profesor y estudiante, provocando que ahora estos agentes no convivan en un mismo espacio físico a la hora de impartir la lección ha hecho que las normas del juego cambien. Es clave remarcar que no está siendo fácil para nadie esta transición, aunque hay ciertas personas que están llevando el cambio de modelo de una manera más agradable y otras que no están consiguiendo adaptarse y lo rechazan.

Un cambio de modelo educativo no puede darse sin una inversión importante, siendo clave el compromiso de los profesores y universidad. Los profesores tienen que cambiar sus métodos y contenidos y aprender cómo funcionan las plataformas donde dan las clases. Por otra parte, la universidad debe ser capaz de proporcionar una infraestructura tecnológica de calidad para que las clases puedan ser impartidas de la mejor manera posible. Todo esto, al fin y al cabo, son inversiones específicas en capital humano que son, en gran parte, el cuerpo del trabajo realizado.

Mediante la teoría de juegos y el análisis de las decisiones de cada uno de los agentes implicados, la universidad y los profesores, hemos podido trasladar estas decisiones a unas utilidades, que representan el beneficio que les reporta tomar una decisión u otra, invertir o no invertir, y esta se ve influida por la decisión que tome el jugador contrario.

A la vez, era importante determinar unos estados del mundo, que se realizarán según lo que ocurra en la realidad, uno de ellos contempla que la pandemia continúe y el otro que la pandemia pare y todo vuelva a una supuesta normalidad, es decir, que el modelo tradicional retorne a ser la norma.

Según estos dos posibles estados del mundo que pueden darse en el segundo periodo,  $t=2$ , podemos arrojar distintas proposiciones o resultados, que serán diferentes en función de lo que acabe ocurriendo, es decir, que la pandemia continúe o se termine.

La proposición 1 se da cuando el estado del mundo es bueno ( $w= G$ ) si los costes de los jugadores son tal que

- $X_u < \alpha m$  y  $X_p < \beta n$  el equilibrio de Nash es  $(I, I)$
- $\beta n < X_p < n$  y  $\alpha m < X_u < m$  existen dos equilibrios de Nash  $(I, I)$  y  $(N, N)$
- $X_u > \alpha m$  y  $X_p > \beta n$  el equilibrio de Nash  $(N, N)$

Así que si en el estado del mundo bueno, ( $w= G$ ), los costes de invertir por parte de la universidad,  $X_u$ , y los de los profesores,  $X_p$ , son menores que los beneficios producidos de la plataforma online,  $m$  o  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $n$  o  $\beta n$ , el equilibrio de Nash es invertir e invertir  $(I, I)$ . En este caso es beneficioso invertir para ambas partes, porque hará que el hecho de tener una buena plataforma online y contenidos realizados por los docentes sean útiles en un escenario en el que las clases siguen siendo de forma telemática. Al no volver a la docencia normal, es decir la totalmente presencial, tiene mucha importancia dedicar recursos en aprender y desarrollar estas tecnologías y contenidos para dar mejores clases, sobre todo cuando los beneficios de invertir son superiores a los costes. En cambio, si los costes de invertir por parte de la universidad,  $X_u$ , y los de los profesores,  $X_p$ , son superiores a los beneficios producidos de la plataforma online,  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , el equilibrio de Nash es  $(N, N)$ . Entonces, a pesar de que siga la pandemia y quizás en un principio la universidad y los profesores deberían invertir en adaptarse a la nueva situación provocada por el covid-19, si los beneficios de las inversiones en la plataforma online y los contenidos de los profesores no son suficientes para cubrir sus costes de invertir, preferirán no realizar la inversión.

La proposición 2 se da cuando el estado del mundo es malo ( $w = B$ ), si los costes de los jugadores son tal que

- $X_u > \alpha m$  y  $X_p > \beta n$  el equilibrio de Nash es  $(N, N)$
- $X_u < \alpha m$  y  $X_p < \beta n$  el equilibrio de Nash es  $(N, N)$

Así que cuando el estado del mundo es malo ( $w = B$ ), si los costes de invertir por parte de la universidad,  $X_u$ , y los de los profesores,  $X_p$ , son superiores a los beneficios producidos de la plataforma online,  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , el equilibrio de Nash es no invertir y no invertir  $(N, N)$ . Esto quiere decir que se volvería a una docencia clásica como hasta ahora ya que la pandemia ha terminado, entonces ninguno de los dos tiene razones suficientes para invertir porque los costes de la plataforma y los contenidos de los profesores son superiores a los beneficios que producen. A su vez, si los costes de invertir por parte de la universidad,  $X_u$ , y los de los profesores,  $X_p$ , son inferiores a los beneficios producidos de la plataforma online,  $\alpha m$ , y de los contenidos de los profesores,  $\beta n$ , el equilibrio de Nash también es  $(N, N)$ . Esto es así debido a que a pesar de que los beneficios producidos por la plataforma online y los contenidos de los profesores superan los costes de invertir, al haber terminado la pandemia del Covid-19 se volverá a una docencia presencial, donde las inversiones en adaptar la docencia al modelo online no serán tan útiles como si estuviéramos todavía en pandemia, por tanto, ninguno de los dos invierte.

Podemos concluir entonces que, con la pandemia de Covid-19 continuando, si los costes de invertir por parte de la universidad y los profesores no superan los beneficios producidos por la plataforma online y los contenidos ambos van a invertir,  $(I, I)$ , pero si los costes de invertir son superiores lo que deciden es no invertir  $(N, N)$ . Si la pandemia para, tanto si los costes son superiores como inferiores a los beneficios producidos de la plataforma online y los contenidos, la universidad y los profesores deciden no invertir,  $(N, N)$ .

## 5. Bibliografía

Area-Moreira, M., Bethencourt-Aguilar, A., Martín-Gómez, S., & San Nicolás-Santos, M. B. (2021). Análisis de las políticas de enseñanza universitaria en España en tiempos de Covid-19. La presencialidad adaptada. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 21(65).

<https://doi.org/10.6018/red.450461>

Bahasoan, A. N., Ayuandiani, W., Mukhram, M., & Rahmat, A. (2020). Effectiveness of online learning in pandemic COVID-19. *International Journal of Science, Technology & Management*, 1(2), 100-106.

<https://doi.org/10.46729/ijstm.v1i2.30>

Díaz-Arce, D., & Loyola-Illescas, E. (2021). Competencias digitales en el contexto COVID 19: una mirada desde la educación. *Revista Innova Educación*, 3(1), 120-150.

<https://doi.org/10.35622/j.rie.2021.01.006>

Hashimoto, M. (1981). Firm-specific human capital as a shared investment. *The American Economic Review*, 71(3), 475-482.

<http://www.jstor.org/stable/1802794>

Lazear, E. P. (2009). Firm-specific human capital: A skill-weights approach. *Journal of political economy*, 117(5), 914-940.

<https://doi.org/10.1086/648671>

Leuven, E., & Oosterbeek, H. (2001). Firm-specific human capital as a shared investment: Comment. *American Economic Review*, 91(1), 342-347.

<https://doi.org/10.1257/aer.91.1.342>