Facultad de Ingeniería

INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Grado – Segundo Semestre 2021

[211018] Diseño de un sistema de información para la identificación de planes de atención académica y emocional a estudiantes y profesores del Nuevo Gimnasio School (NGS)

Jeferson Nicolas Diaz Pinzon 1[a,c] , Maria del Rosario Cepeda Romero 2[a,c] , Juan Alejandro Nieto Tamayo 3[a,c] , Mariana Fonseca Valderrama 4[a,c]

Clara Mabel Solano Vanegas[b,c]

[a]*Estudiante de Ingeniería Industrial*
[b]*Profesor, Director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Industrial*
[c]*Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia*

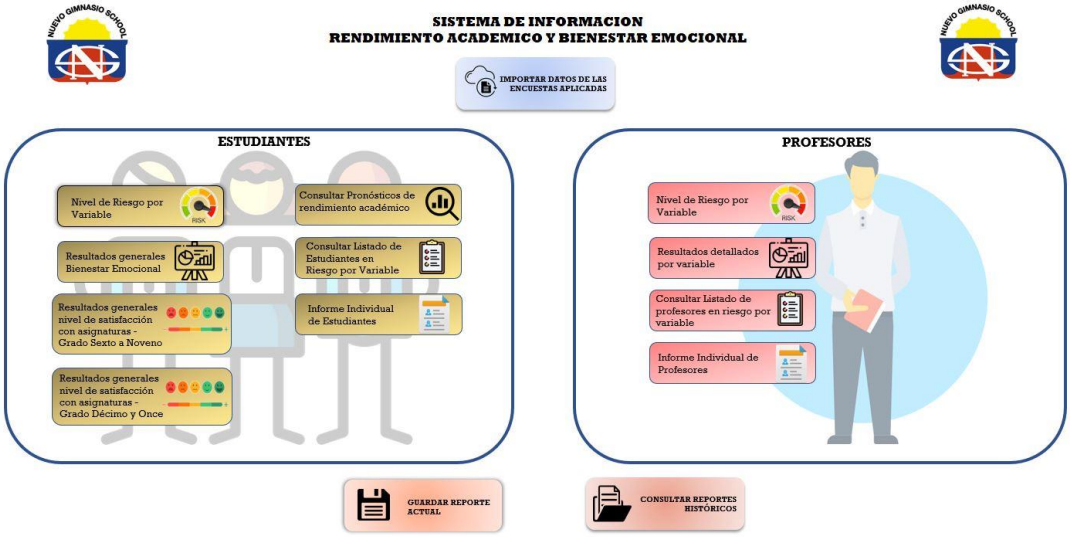
Resumen

The pandemic generated by covid-19 caused educational institutions to migrate from face-to-face learning to virtual learning, which represented a challenge of great magnitude, especially in Latin American countries where access to digital resources is limited. The confinement situation and the change in academic routines generated difficulties related to the mental and emotional health of students and teachers, since they had to adapt to a different teaching and learning methodology, where social relationships and academic activities were restricted to the interior home, causing the appearance of different stressors such as concentration difficulties, constant interaction with all family members, absence of leisure activities, fear of physical health, increased workload, inability to distinguish between personal activities and academic or work activities, among others. In this way, educational institutions had to pay greater attention to the emotional situation of their students and teachers to contribute to the solution of any difficulties that might arise. In educational institutions, the main emphasis is to help students achieve satisfactory academic results, for which most of the processes and strategies are focused on monitoring of an academic nature and in some opportunities psychological monitoring is carried out, however, emotional and mental well-being is not rigorously monitored. This being the case of the Nuevo Gimnasio School in the city of Villavicencio.

In order for the Nuevo Gimnasio School to be able to evaluate the emotional well-being of high school students and teachers, as well as its impact on academic performance, this degree project proposes the design of an information system that allows the establishment of care plans on an emotional level for students and teachers in such a way that the academic performance of students obtain favorable results. For this, a binary logistic regression model was developed that allows establishing the relationship between students' academic performance and their emotional well-being. The evaluation of the model allowed obtaining 33 variables related to emotional well-being that predict the academic performance of students with a 74% success rate. Additionally, a survey was developed for students, corresponding to the variables found with the regression model, and a survey to evaluate the emotional well-being of teachers. The data obtained through these instruments were the input for the system to provide reports on the academic performance and emotional well-being of students and teachers.

The information system also links the student's academic performance with the teacher's emotional situation by identifying whether the low satisfaction reported by a student with any subject involves the fact that the teacher who teaches it has emotional difficulties. Likewise, the system provides a series of alerts and reports on both the emotional state of teachers and students and the academic performance of the students. The system presents recommendations related to the variables at risk in such a way that the institution has an action plan that improves the emotional well-being of students and teachers and thus contributes to the

learning and teaching process, which translates into favorable results in terms of academic performance of students. Similarly, the information system allows evaluating the emotional situation of teachers and students, as well as obtaining an overview of the academic performance of students at any time since the information presented is automatically adjusted to the data entered by the user. Finally, the proposed system presents the information to the user through a dashboard and reports that are easy to understand and interpret, being intuitive and easy for users to handle.



1. Justificación y planteamiento del problema

Con el cierre de las instituciones educativas, debido a la Covid-19, se requería encontrar una alternativa que permitiera a los estudiantes continuar con su proceso académico y la opción que tomó mayor fuerza fue el aprendizaje en línea. En otras palabras, debido a las medidas de confinamiento surgió la necesidad de una transición del aprendizaje presencial a la esfera digital del aprendizaje (Kapasia, y otros, 2020) y es que el aprendizaje en línea se ha observado como una posible alternativa al aprendizaje convencional (Adnan & Anwar, 2020). En América Latina y el Caribe la comunidad educativa ha tenido que lidiar con diferentes factores al migrar de la educación presencial a la educación virtual, ya que se han enfrentado a modificaciones en sus programas escolares para adaptarlos a las nuevas condiciones generadas por el confinamiento de los estudiantes, y a su vez han tenido que luchar contra las brechas de acceso al mundo digital que existen en los países de América Latina y el Caribe (CEPAL - UNESCO, 2020).

Una revisión de estudios indica que las cuarentenas están asociadas con problemas psicológicos como estrés, depresión y/o ansiedad, que pueden ser duraderos (Brooks, y otros, 2020). Debido al cierre de las instituciones educativas y el aislamiento social, las rutinas académicas cambiaron y las relaciones sociales se restringieron al interior de los hogares de los estudiantes, donde los principales canales de interacción con personas externas a la familia se realizaron por medios digitales, lo cual puede afectar la salud mental de niños y jóvenes, junto a la de sus familias, ya que mantener a los niños en periodos prolongados de aislamiento puede causar trastornos de estrés y ansiedad (Sprang & Silman, 2013). Los estresores novedosos como los deberes, la educación en el hogar, el cierre de centros recreativos, la ausencia de actividades de ocio, el miedo constante por la salud y la muerte de los familiares y el impacto económico pueden generar una serie de problemas relacionados con la salud mental como el estrés, la depresión y violencia. Es así como el confinamiento ha obligado a prestar especial atención a la salud mental y emocional de los estudiantes. (Torres González, y otros, 2020).

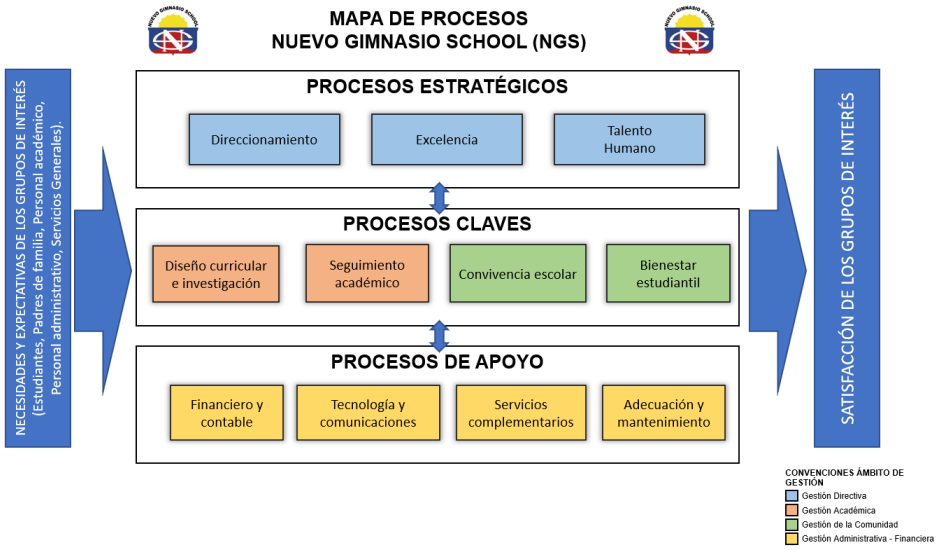
Sin embargo, el confinamiento también obligó a los docentes a continuar con el proceso formativo a través de medios digitales. En tiempos de pandemia las dinámicas pedagógicas involucraron tanto la adaptación del proceso educativo a las nuevas metodologías y plataformas de enseñanza virtual, como el apoyo

socioemocional y de salud mental que demandaban los estudiantes y sus familias ante la situación de pandemia (CEPAL - UNESCO, 2020).

La necesidad de ajustarse a las condiciones de la educación a distancia se ha traducido en un incremento de las responsabilidades de los docentes, las cuales aumentan significativamente el tiempo de trabajo que el profesorado requiere para preparar las clases y el material a compartir virtualmente, impartir las sesiones académicas, asegurar las conexiones y dar seguimiento a sus estudiantes. Por ejemplo, en Chile, un estudio muestra que el 63% de los docentes considera que está trabajando más o mucho más que antes, y más de la mitad estima que tiene menos condiciones que antes de la pandemia para realizar de buena manera el trabajo pedagógico y para compatibilizar apropiadamente los tiempos de trabajo doméstico y trabajo pedagógico (Elige Educar, 2020). Adicionalmente el aumento del desempleo y la pobreza, así como mayores niveles de violencia doméstica y de problemas de salud física y mental, ha provocado que el personal de las escuelas se vea enfrentado a las dificultades y tensiones que experimentan las familias, sin contar en muchos casos con los recursos materiales o profesionales para abordarlas. El resultado de lo anterior es la aparición de desgaste emocional, agobio y estrés en el personal docente (CEPAL - UNESCO, 2020).

El colegio “Nuevo Gimnasio School” (NGS) ubicado en la ciudad de Villavicencio, Colombia, debido a las medidas de confinamiento y aislamiento preventivo adoptadas por el Gobierno Nacional suspendió la modalidad de educación presencial, por lo cual tuvo que apoyarse en tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para poder continuar con sus procesos (ver Ilustración 1).

Ilustración 1. Macroprocesos NGS.



De igual manera el colegio identifico a través de las clases virtuales que impartían sus docentes que algunos estudiantes estaban empezando a manifestar ansiedad, estrés o preocupación durante su proceso de aprendizaje, todo esto porque el cambio de modalidad provocó que los estudiantes se enfrentaran a un nuevo entorno y dinámicas para continuar con su proceso académico, por esta razón el colegio estableció que debía prestar especial atención a la situación emocional de los alumnos. En consecuencia, según la psicóloga del colegio, la institución empezó a generar estrategias que le permitieran brindar apoyo a los estudiantes que estaban presentando problemas a nivel emocional, como por ejemplo encuentros con padres, actividades lúdicas e incluso visitas a las casas de los estudiantes, lo cual, evidencia la necesidad de identificar aquellos factores que afectan el estado emocional de los estudiantes para poder apoyarlos, sobre todo en esta nueva realidad creada por la pandemia (Anexo 1).

Una de las estrategias utilizadas por el NGS para evaluar el impacto emocional que podría tener el confinamiento en los niños y adolescentes fue la aplicación de la prueba Screening del Bienestar Emocional, la cual fue desarrollada por el Departamento de Investigación Psicoeducativa de Habilmind (Anexo 2). Esta

prueba fue aplicada a un total de 362 estudiantes, de los cursos de tercero a decimo; se obtuvo que el 27.1% de los estudiantes encuestados presentaron dificultades en 1 o en 2 aspectos específicos. El colegio registró 63 casos críticos, de los cuales más del 70% se encontraban en bachillerato. Adicionalmente se observó que el 15% de los estudiantes del colegio que participaron en este estudio presentaron puntuaciones bajas en los indicadores relacionados con *alteración del sueño* y *nivel de expresividad emocional*. Por otro lado, el nivel de bienestar emocional en profesores durante el confinamiento no fue medido ni evaluado por el colegio. Sin embargo, la psicóloga del colegio manifestó que la situación de pandemia afectó indiscutiblemente a los docentes, debido a aspectos como el cambio del ritmo laboral, el uso de herramientas digitales para impartir sus clases y el acompañamiento que debían proporcionar a estudiantes y padres de familia (Anexo 1).

Adicionalmente el NGS realizó un análisis de los informes académicos finales del año 2020, en donde se evidenció que el 22% de los 63 estudiantes que fueron citados por el DOE a causa de resultados bajos en la prueba de bienestar emocional, disminuyeron su rendimiento académico con respecto al 2019. De igual manera, se identificó que el año 2020 ha sido el segundo año que presentó menor rendimiento desde el 2015 en los resultados de las pruebas saber, de esta manera se identificó que los estudiantes disminuyeron su nivel académico, comparado con años anteriores en los cuales no había pandemia. De esta manera se evidencia como alteraciones en el bienestar emocional de los estudiantes puede incidir en su rendimiento académico.

El NGS considera el bienestar de sus estudiantes como un eje fundamental de la excelencia, por lo cual ante la preocupación causada por los resultados de la prueba Screening del Bienestar Emocional y los resultados académicos correspondientes, desarrolló estrategias de acompañamiento para los estudiantes con situaciones críticas, ya que consideran que cualquier afectación al estado emocional de los estudiantes requiere ser atendida oportunamente para evitar complicaciones mayores a nivel emocional y/o académico. En consecuencia, el NGS está interesado en identificar planes de atención a estudiantes, teniendo en cuenta, tanto el rendimiento académico como el nivel de bienestar emocional, además de considerar la situación emocional de los profesores, involucrados en el proceso académico. Actualmente el NGS ejecuta procesos de seguimiento académico y bienestar emocional, sin embargo, en estos procesos claves solo cuentan con información aislada del nivel académico y emocional de los estudiantes, mientras que la información relacionada con los profesores se limita a su desempeño y se maneja independientemente a la de los estudiantes.

El NGS realiza seguimiento al bienestar de sus estudiantes a través del Departamento de Orientación Escolar (DOE), sin embargo, solo se analizan y toman medidas con aquellos estudiantes que bajo el concepto de los profesores o coordinadores deben recibir acompañamiento. La intervención del DOE con los estudiantes queda consignado en actas almacenadas en los computadores o cuentas de correo de los integrantes del DOE, por lo cual en algunas oportunidades no se tiene disponibilidad de esta información por parte de los directivos del colegio, esto sin contar con el hecho de que no se realiza seguimiento a las estrategias desarrolladas con cada estudiante, desconociendo el efecto de estas estrategias.

Por otro lado, el seguimiento que hace el colegio a su personal docente está basado en dos documentos, el formato de seguimiento y la evaluación de desempeño. El formato de seguimiento consiste en el acta de la observación de clases por parte de los jefes de área y los coordinadores, los cuales registran la información en un formato físico que después deben reunir y analizar, a su vez la evaluación de desempeño es una evaluación por competencias cuyos resultados se registran en formatos físicos. A partir de estos dos documentos se generan estrategias de mejora para los docentes, a las cuales en algunas oportunidades no se les realiza un seguimiento adecuado, ya que se consignan en formatos físicos que son archivados en el colegio. De esta manera se evidencia como el seguimiento que se realiza a los docentes solo está basado en su desempeño laboral, mientras que su nivel de bienestar emocional no es considerado. En consecuencia, se puede observar como el DOE y el personal encargado del seguimiento académico no operan de manera conjunta y coordinada para tomar decisiones.

Todo lo anterior permite observar como el colegio cuenta con procesos de seguimiento académico tanto para docentes como para estudiantes, con el objetivo de evaluar su rendimiento, a su vez se desarrollan procesos de seguimiento emocional a estudiantes para proporcionar acompañamiento a los alumnos que lo

requieren a través del DOE, sin embargo, cuando se presenta algún tipo de dificultad académica se establecen estrategias como actividades de refuerzo o planes de recuperación y solo hasta que el estudiante ya tiene sus calificaciones se procede a evaluar su estado psicológico y emocional por parte del DOE en caso de ser requerido, es decir, si obtuvo un bajo rendimiento académico. A su vez cuando se presenta alguna dificultad a nivel emocional en un estudiante o cuando es remitido debido a su bajo rendimiento académico se tiene que hacer una valoración completa para determinar los posibles factores que lo pueden estar afectando. De esta manera se evidencia que en la institución no se relaciona de manera oportuna la situación académica y el nivel de bienestar emocional del estudiante para establecer aquellos aspectos que pueden estar afectando su proceso de aprendizaje, sin contar con el hecho de que no se considera la influencia que puede tener el docente y su estado emocional en este proceso.

Esta relevancia que se otorga al estado emocional con respecto al proceso de aprendizaje, y por tanto al rendimiento académico, se debe a que pueden presentarse casos en que el estado emocional del estudiante este afectando su rendimiento académico o que algún factor académico este afectando el nivel de bienestar emocional, incluso podría ser el estado emocional del docente el que genere dificultades en las actividades académicas del estudiante, así lo permite constatar (González, 2015), citado en (Palma Delgado & Barcia Briones, 2020) al señalar que diversos estudios en el ámbito educativo han planteado que la emoción es la clave para el aprendizaje y es una pieza fundamental para quien enseña (docente) y para quien aprende (estudiante), por lo tanto se debe considerar la emoción y el conocimiento como una pareja indisoluble, a su vez el autor señala que:

> Hay evidencia de que los jóvenes que experimentan un mayor bienestar personal (sentirse competentes y apoyados) es menos probable que se impliquen en comportamientos de riesgo y, al mismo tiempo, es más probable que procuren mantener buena salud, tener buen rendimiento académico, cuidar de sí mismos y de los demás, superar adversidades, etc.

De esta manera se evidencia que un estudiante puede presentar dificultades durante su proceso aprendizaje debido a factores emocionales, por lo cual es imprescindible establecer una forma de identificar esos factores y generar el correspondiente plan de acción que permita favorecer este proceso de aprendizaje y por tanto su rendimiento académico.

Para determinar los factores que pueden estar provocando dificultades en el proceso educativo del estudiante se requiere recolectar información sobre su nivel de bienestar emocional y el de sus profesores, para posteriormente relacionarlos con el rendimiento académico del estudiante, de tal manera que se logre obtener un panorama sobre la situación tanto académica como emocional y así generar planes de acción que le permitan al colegio ayudar a sus estudiantes y/o docentes cuando lo requieran, contribuyendo de esta manera al proceso de enseñanza-aprendizaje y a la formación integral de los alumnos, lo cual se traduce en brindar un servicio de calidad.

Según Andreu. Ricart & Valor (1991) un sistema de información es el conjunto formal de procesos que, operando sobre una colección de datos estructurada, recopila, elabora y distribuye la información necesaria para la operación de la organización y para las actividades de dirección y control correspondientes, apoyando los procesos de toma de decisiones necesarios para desempeñar las funciones de la empresa de acuerdo con su estrategia. Es así como se identifica que el colegio requiere de un *sistema de información* que genere planes de acción considerando el rendimiento académico y el nivel de bienestar emocional tanto de estudiantes como de profesores.

A partir de lo descrito anteriormente surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo realizar un sistema de información que recomiende planes de acción a las directivas del colegio, a partir del rendimiento académico y el nivel de bienestar emocional tanto de estudiantes como de profesores?

2. Antecedentes

Los procesos educativos son aquellos que mejoran las habilidades de aprendizaje de los estudiantes en lo cognitivo, social, afectivo y psicomotor. Adicionalmente se desarrollan habilidades como la resolución de problemas, desarrollo personal y el desarrollo interpersonal (Beyerlei, Schlesinger, & Apple, 2007). A la par de los procesos educativos, se evidencia la importancia del bienestar emocional, para lograr el desarrollo de los procesos educativos. El bienestar emocional se define como el equilibrio de sentimientos tanto positivos como negativos experimentados en la vida y los sentimientos percibidos, calculada como afecto positivo en relación del afecto negativo. (Birren, 2007). Se encuentran autores que han intentado entender cómo, aspectos como la pandemia afectan a los estudiantes. (Cisneros & Amelia, 2020) analizan en su investigación las consecuencias de la educación virtual de los estudiantes en tiempo de pandemia. Para esto, realizaron un método que tuvo un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). En ello participaron 74 jóvenes de pregrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, de Estudios Generales de Letras, quienes antes de pandemia habían tenido poco contacto con la tecnología; se separaron en dos grupos: estudiantes con adecuados recursos tecnológicos (primer grupo) y estudiantes con escasos recursos tecnológicos (segundo grupo). Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el 82,4% afirmó que sus profesores presentaron problemas en el correcto manejo de las herramientas virtuales; el 93,2% de los estudiantes creen que la carga académica ha aumentado con las clases virtuales; el 40% de los estudiantes indicaron que la principal emoción que provoca las clases virtuales es estrés y la segundo con 38% ansiedad.

Además, concluyeron que los estudiantes con adecuados recursos tecnológicos se les facilito la capacidad de afrontar el cambio y adaptación de las clases presenciales a clases virtuales en comparación con los estudiantes que tenían escasos estos recursos (Cisneros & Amelia, 2020). Por otra parte, los estudiantes con escasos recursos académicos presentan los mismos problemas que los estudiantes con recursos, pero además emociones como la frustración y la deserción. Por último, sugirieron tener en cuenta la salud mental de los estudiantes en la educación virtual, dado que se ve más alterada por la forzosa virtualización de la educación la cual no se esperaba y menos se tenía planificada.

En la investigación de Leonardo Párraga y Gustavo Escobar, esperaban establecer el estrés laboral en docentes por el cambio de la modalidad presencial a la virtual dada en la emergencia sanitaria por coronavirus. La metodología desarrollada fue una investigación cuantitativa. Se aplicó el Cuestionario de Problemas Psicosomáticos (CPP) de Hock con los cuales pudieron determinar los niveles de estrés presentes. Adicional a este cuestionario se utilizó la Escala General de Satisfacción Laboral, esta escala permitió correlacionar datos del estrés laboral con la satisfacción laboral. (Párraga & Escobar, 2020) En esta investigación participaron 20 docentes de 4 diferentes colegios. Los resultados obtenidos fue el 90% de los docentes encuestados presentaron algún nivel de estrés, de estos el 35% se detectó estrés leve como moderado, sin embargo, son descritos como niveles de alarma pues si la situación persiste se rompe el equilibrio de lo laboral y personal. Concluyeron que la situación de la pandemia ocasionó grandes retos para docentes, alumnos y padres de familia, además, que hay diferentes factores que ocasionan malestar en la salud mental. Se evidenció que la satisfacción laboral está estrechamente relacionada con el estrés laboral, dado que si una persona esta insatisfecha laboralmente aumenta el padecimiento de estrés (Párraga & Escobar, 2020).

En el estudio realizado por Benavides, Cuadros y Hernández, se investigó los principales problemas presentados en un colegio distrital de Bogotá. En este determinaron mediante una investigación cuantitativa, la existencia de falencias en el método tradicional, la comunicación entre padres y docentes y el análisis de datos, fueron la situación principal con oportunidades de mejora y a partir de esta definieron los aspectos a incluir en una plataforma educativa. Especificaron los principales problemas, los cuales estaba relacionados con la comunicación en el llamado de asistencia, el seguimiento académico del estudiante y veracidad de información. Una vez obtenidos los anteriores datos diseñaron el aplicativo utilizando la metodología scrum. Concluyeron que el funcionamiento de Teacher Tools realiza todas las actividades para la cual fue creada. Además, esta herramienta disminuyó los tiempos del diligenciamiento en papel de las llamadas de atención, llamado de asistencia, citación a reuniones y todas las acciones del método tradicional. (Benavides Scarpetta, Cuadros Cardenas, & Hernandez Paez, 2020)

Por su parte, el NGS realizó una encuesta a sus estudiantes desde el grado tercero hasta el grado 11, con la intención de determinar cuáles estudiantes requerían atención por parte de la psicóloga del colegio. La prueba aplicada fue la denominada Screening del Bienestar Emocional (Habilmind, 2020). Se evalúa con ella el impacto emocional del confinamiento en niños y adolescentes, por medio de 3 factores los cuales son: emocionales causales, factores de protección emocional y manifestación conductuales. (Habilmind, 2020). Obtuvieron algunos casos críticos, la mayoría de bachillerato, que requirieron del apoyo por parte de la psicóloga del colegio.

A partir de la revisión de software y aplicaciones existentes en el mercado (Anexo 3), se identificaron tres categorías. La primera se refiere a software que realiza tareas relacionadas con la evaluación del rendimiento de los estudiantes, como el registro y control de calificaciones, registro y control de asistencia o comunicación entre profesores, alumnos y padres de familia. La segunda corresponde a Sistemas de Administración del Aprendizaje (Learning Management System – LMS) que permiten administrar, distribuir y controlar las actividades de formación no presencial de una institución; para ello, los estudiantes acceden a aulas virtuales, o entornos digitales en los cuales profesores y alumnos interactúan y comparten contenidos, a su vez los docentes tienen la posibilidad de realizar seguimiento al progreso de los participantes mediante la evaluación de las actividades asignadas. En la tercera categoría se encuentra software que permite evaluar el estado emocional de los estudiantes, por un lado, están las encuestas para medir el estado emocional, las cuales constan de un cuestionario en el cual se pretende indagar sobre el estado emocional de los estudiantes, para realizar este tipo de encuestas se utilizan herramientas como Google Forms o SurveyMonkey, las cuales permiten crear cuestionarios y consultar los resultados mediante estadísticas y gráficos. Así mismo se encuentran aplicaciones para describir el estado emocional, donde los estudiantes tienen la posibilidad de identificar como se sienten en un momento determinado e incluso recibir ejercicios de relajación.

De esta manera se observa como las herramientas de seguimiento académico a los estudiantes se enfocan en el registro y control de las calificaciones para cada una de las actividades académicas asignadas por los profesores, mientras que las herramientas para realizar seguimiento al estado emocional de los estudiantes se centran en identificar como se siente el alumno en un momento determinado y a partir de esto proporcionar posibles ejercicios para gestionar estados de ánimo no deseados, pero sin realizar un monitoreo para comprobar el impacto de esas estrategias, además de no realizar una relación directa con el estado académico. En conclusión, tanto el seguimiento académico como el seguimiento del estado emocional de los estudiantes se realiza de manera independiente y aislada, por lo tanto, es importante cruzar las variables relacionadas con el proceso académico y el nivel de bienestar emocional de estudiantes y profesores, para realizar un análisis que permita establecer que planes de acción frente a la situación específica de cada estudiante y profesor.

Algunos estudios han buscado relacionar el rendimiento académico con otras variables a partir de un modelo de regresión, por ejemplo, en el estudio realizado por (García Jiménez, Alvarado Izquierdo, & Jiménez Blanco, 2000), emplearon dos regresiones para el modelo de predicción del rendimiento académico de 175 estudiantes de psicología. Obteniendo que el procedimiento de regresión múltiple no permite hacer buen pronóstico del rendimiento académico $R2=0.17$. Por el contrario, la regresión logística hace una buena predicción del éxito/fracaso académico con 70% de casos bien clasificados, siendo las variables rendimiento previo, asistencia y participación en clase las principales predictoras del rendimiento académico. En una investigación realizada a estudiantes chilenos, se buscó determinar el impacto de la convivencia escolar sobre el rendimiento académico desde la percepción de los estudiantes, para ello se consideraron las calificaciones académicas de los estudiantes y la aplicación de una Escala de Convivencia Escolar con 8 dimensiones para medir la percepción sobre la convivencia. La variable dependiente fue el rendimiento académico y las independientes la convivencia escolar, el tipo de desarrollo de aprendizaje y el sexo del estudiante. Se construyo una regresión logística para identificar los predictores que influyen en el rendimiento. El modelo resultante clasificó adecuadamente alrededor del 67% de los casos (Cerda Gamal, Salazar Yasna, Guzmán, & Narváez, 2018). De esta manera se evidencia como se puede relacionar el rendimiento académico de los estudiantes con otras variables a través de un modelo matemático, como el de regresión.

Es así como se identifica la importancia de que el colegio cuente con un sistema de información el cual, a partir del rendimiento académico y el estado emocional de estudiantes y profesores, proporcione un plan de

acción para atender una situación específica. El sistema de información que se propone funcionará como un sistema de recomendación para las directivas del NGS facilitando y orientando la toma de decisiones sobre los procedimientos a seguir en relación con la situación de estudiantes y profesores.

3. Objetivos

Diseñar un sistema de información que genere planes de atención académica y emocional a estudiantes y profesores del Nuevo Gimnasio School considerando su rendimiento académico y nivel de bienestar emocional.

1. Caracterizar los procesos académicos de seguimiento a estudiantes y docentes, así como los procesos de "convivencia escolar y bienestar estudiantil".
2. Identificar las variables que afectan el nivel de bienestar emocional en estudiantes y profesores del NGS.
3. Determinar la relación entre las variables que afectan el nivel de bienestar emocional y el proceso académico de estudiantes y docentes.
4. Seleccionar las variables a incluir en el sistema de información.
5. Establecer los planes de acción a recomendar por el sistema según los diferentes resultados de rendimiento académico y el nivel de bienestar emocional tanto de estudiantes como de profesores.
6. Diseñar un sistema de información que genere planes de acción considerando tanto el rendimiento académico como el nivel de bienestar emocional de estudiantes y profesores.
7. Evaluar el costo/beneficio del sistema de información propuesto.

4. Metodología

En esta sección se presentan los métodos que fueron utilizados para dar cumplimiento a los objetivos específicos, los cuales permitieron diseñar un sistema de información que genera planes de atención para estudiantes y profesores del Nuevo Gimnasio School, considerando su rendimiento académico y nivel de bienestar emocional.

4.1. Caracterizar los procesos académicos de seguimiento a estudiantes y docentes, así como los procesos de "convivencia escolar y bienestar estudiantil".

Debido a que se busca establecer un sistema de información que permita proporcionar recomendaciones a partir de la situación académica de los estudiantes y el nivel de bienestar emocional de los estudiantes y docentes, resulta indispensable detallar aquellos procesos que se desarrollan en el colegio con respecto a la manera como la institución maneja el rendimiento académico de sus estudiantes y a su vez como atiende el bienestar emocional de sus estudiantes y docentes, todo con el propósito de establecer recomendaciones acordes tanto a las políticas de la institución como a sus necesidades.

Para esto, se identificaron cada uno de los subprocesos relacionados con los temas de seguimiento y bienestar tanto de estudiantes como de profesores en el colegio Nuevo Gimnasio School. Posteriormente se describieron cada uno de los subprocesos identificados y se realizó su respectivo diagrama, lo cual permitió identificar los actores que participan en los procesos y las acciones que se realizan (Anexo 4).

4.2. Identificar las variables que afectan el nivel de bienestar emocional en estudiantes y profesores del NGS.

Según Bisquerra (2008) el bienestar emocional se puede concebir como el grado en que una persona juzga favorablemente la calidad global de su vida. Se trata de una apreciación subjetiva que tiene unos efectos sobre el estado emocional, en otras palabras, la persona que valora favorablemente su vida experimenta emociones positivas, mientras que la persona que juzga negativamente su vida se ve invadido por emociones negativas. De igual manera Bisquerra (2008) identificó que los factores predictivos del bienestar emocional se pueden

resumir en: a) familia y relaciones sociales, b) Amor y relaciones sexuales, c) Satisfacción profesional, d) actividades de tiempo libre, e) salud, f) características socioeconómicas y g) características personales.

Bisquerra (2008) utiliza la expresión "bienestar emocional" como equivalente de "bienestar subjetivo" al hacer especial énfasis en la esencia del bienestar, la cual consiste en experimentar emociones positivas a partir de la calidad de vida percibida. Desde la perspectiva de la psicología, la percepción subjetiva de la calidad de vida se representa en el concepto de Bienestar Subjetivo, el cual expresa la satisfacción de las personas y su grado de complacencia con aspectos específicos o globales de su existencia, en lo que prevalecen los estados de ánimo positivos, por lo tanto, es parte de la salud en su sentido más general y se manifiesta en todas las esferas de la actividad humana (García Viniegras & González Benítez, 2000; Denegri, García, & González, 2015) . Diener, Suh, Lucas y Smith (1999) plantean componentes principales para el Bienestar Subjetivo: 1) Componente afectivo: compuesto por el afecto positivo y negativo. 2) Componente cognitivo: compuesto por la satisfacción con la vida en términos globales y la satisfacción con una serie de dominios concretos tales como trabajo, familia, salud, ingresos, satisfacción con uno mismo y con los demás. Según lo visto hasta este punto se puede evidenciar que los factores predictivos del bienestar emocional mencionados por Bisquerra (2008) se encuentran incluidos en alguno de los componentes del bienestar subjetivo, por tal motivo se procedió a evaluar los componentes del bienestar subjetivo en estudiantes y docentes desde el grado sexto (6°) al grado once (11°) del colegio Nuevo Gimnasio School y para esto se implementó una encuesta para estudiantes y otra para docentes, las cuales se componen de diferentes escalas según sea el caso.

4.2.1. Docentes

En cuanto a docentes se utilizó una escala para medir el componente afectivo, en la cual que se evalúa tanto el afecto positivo como el afecto negativo a través de la frecuencia con la que el individuo ha experimentado determinadas emociones en un periodo de tiempo determinado. En cuanto al componente cognitivo se utilizaron tres escalas, la primera de ellas evalúa la satisfacción con la vida en general, la segunda evalúa la satisfacción con dominios específicos de la vida, los cuales se refieren a una serie de variables externas relacionadas con la con la satisfacción personal como por ejemplo el nivel de satisfacción con el trabajo, la pareja, los ingresos, entre otros (Muñoz Umaña, 2007). Por último, se determinó hacer especial énfasis en un dominio en específico, el trabajo, por lo tanto, se implementó una escala para evaluar la satisfacción laboral, la cual se define como un amplio conjunto de actitudes y reacciones emocionales positivas que el individuo tiene hacia su trabajo, las cuales se construyen a partir de la comparación entre los resultados esperados y los obtenidos (Topa, Lisboa, Palaci, & Alonso, 2004). En la tabla 1 se definen todas las escalas implementadas.

Tabla 1. Escalas implementadas para evaluar el bienestar emocional de los estudiantes del NGS.

Escala	Autor	Componente que evalúa
Escala de afecto positivo y Negativo – PANAS (por sus siglas en inglés para Positive Affect and Negative Affect Scale).	(Watson, Clark, & Tellegen, 1988)	Afectivo - Afecto positivo y Afecto Negativo.
Escala de satisfacción con la vida (SWLS por sus siglas en inglés, Satisfaction with Life Scale).	(Diener, Emmons, Larsen, & Griffin, 1985)	Cognitivo - Satisfacción general con la vida.
Escala de Satisfacción Vital en Dominios Específicos. Basada en escala de calidad de vida de Olson y Barnes.	(Olson & Barnes, 1982). Adaptada por (Grimaldo, 2010).	Cognitivo - Satisfaction por dominios
Escala Multidimensional de Satisfacción Laboral Docente (EMSLD)	(Barraza & Ortega, 2009)	Cognitivo – Satisfacción por dominios

4.2.2. Estudiantes

Con el propósito de evaluar el bienestar emocional de los estudiantes se contemplaron diferentes instrumentos. En primer lugar, para evaluar el componente afectivo de los estudiantes se utilizó parte del

instrumento Screening del Bienestar Emocional, el cual fue aplicado por el colegio durante el año 2020 con el propósito de analizar el impacto que tuvo la pandemia en sus alumnos. El segundo cuestionario fue realizado por el Ministerio de Educación de Chile busca apoyar los problemas socioemocionales de los estudiantes, donde se incluye 5 dimensiones que son: emociones, trabajo escolar, hogar, vida social y casa (Aldunate, Montenegro, Montt, Strasser, & Turner, 2020). El tercer cuestionario contemplado fue el Traid Meta-Mood, el cual evalúa el metaconocimiento de los estados emocionales mediante ítems que se dividen en tres componentes: atención, claridad y reparación. Por otro lado, para determinar los estresores académicos se escogió el cuestionario Escala de Estresores Académicos (E-CEA) con el que se valora el grado cómo el estudiante percibe situaciones del contexto académico. Las dimensiones que evalúa son: deficiencias metodológicas del profesorado, carga académica del estudiante, creencias sobre el rendimiento académico, intervenciones en público, clima social negativo, exámenes, carencia de valor de los contenidos y dificultades de participación (Cabanach, Souto-Gestal, & Franco, 2016) . Finalmente se indagó sobre el nivel de satisfacción de los estudiantes con respecto a cada asignatura en una escala de 1 a 5.

Tabla 2. Escalas implementadas para evaluar el bienestar emocional de los profesores del NGS.

Escala	Autor	Componente que evalúa
Screening del Bienestar Emocional	Departamento de Investigación Psicoeducativa de Habilmind (2020)	Afecto positivo y afecto negativo
Traid Meta-Mood (TMMS-48)	Salovey, Mayer, Goldman, Turvey y Palfai (1995)	Afecto positivo y afecto negativo
Instrumento para medición de condiciones socioemocionales	(Aldunate, Montenegro, Montt, Strasser, & Turner, 2020)	Dominios de satisfacción y calidad de vida
Escala de Estresores Académicos (E-CEA)	(Cabanach, Souto-Gestal, & Franco, 2016)	Satisfacción por dominios - Estresores académicos

Cada una de las escalas utilizadas tanto para estudiantes como docentes fue sometida a una evaluación por parte de expertos, en este caso la psicóloga y rectora del colegio, ya que al tratarse de aspectos personales y factores relacionados con el contexto laboral, se requería por un lado la opinión especializada de un profesional (psicóloga) y por otro lado, la apreciación sobre la pertinencia de cada una de las preguntas a realizar al personal (rectora), esto último con el propósito que la información recolectada no estuviera en contra de las políticas de la institución. Las escalas fueron evaluadas en cuanto a pertinencia, claridad y suficiencia (Anexo 5 y 6), y a partir de esta evaluación se obtuvo un instrumento para docentes y una para estudiantes. Con estos instrumentos se diseñó una encuesta para profesores y una para alumnos (Anexo 7), a través de la herramienta de Formularios de Google. Posteriormente se distribuyeron las encuestas entre los grados sexto y once, obteniendo una tasa de respuesta del 95% para estudiantes (267 registros) y 97% para profesores (31 registros).

4.3. Determinar la relación entre las variables que afectan el nivel de bienestar emocional y el proceso académico de estudiantes y docentes.

Una vez identificadas las variables a estudiar con respecto al bienestar subjetivo o emocional de los estudiantes y docentes derivadas de las encuestas aplicadas, se pretende determinar la relación que tienen con el proceso académico, específicamente el rendimiento académico. El concepto de rendimiento académico ha sido interpretado de distintas maneras, Chadwick (1979) define el rendimiento académico como "la expresión de capacidades y de características psicológicas del estudiante desarrolladas y actualizadas a través del proceso de enseñanza-aprendizaje que le posibilita obtener un nivel de aprendizaje, reflejado en logros académicos a lo largo de un periodo, que se sintetiza en un calificativo final y evaluador del nivel alcanzado". De esta manera se evidencia que las calificaciones son un indicador del rendimiento académico, el cual refleja el nivel educativo alcanzado, tal y como lo establece Cascón (2000), el cual sostiene que las calificaciones escolares han sido, son y posiblemente sigan siendo el indicador del nivel educativo adquirido. A su vez Tejedor (1998) entiende el rendimiento académico como la calificación promedio que se obtiene en el periodo académico que el alumno haya cursado (citado en (Grasso Imig, 2020)).

Teniendo en cuenta lo anterior se pretende determinar la relación entre una variable dependiente y una serie de variables independientes. Las variables independientes son en este caso las que se refieren al

bienestar emocional de los estudiantes, mientras que la variable dependiente es el rendimiento académico de los estudiantes. El colegio NGS establece las calificaciones de sus estudiantes en 4 niveles, bajo (0 - 6,5), básico (6,5 – 7,9), alto (7,9 – 8,4) y superior (8,4 – 10). Sin embargo, la rectora y la psicóloga consideran que no solo requieren atención los estudiantes que se encuentran en nivel bajo, sino que los estudiantes en un nivel básico también requieren atención, todo esto debido a que el colegio quiere brindar una educación de calidad, es decir, que sus estudiantes tengan un nivel de rendimiento académico alto o superior. En consecuencia, se estableció que el rendimiento académico de los estudiantes estaría dividido en dos categorías, Alto (1) y Bajo (0), ya que lo fundamental para el NGS es identificar de manera oportuna a los estudiantes que puedan presentar dificultades en cuanto a su rendimiento académico. Es así como se evidencio que se requiere de un modelo matemático que permita establecer si el rendimiento académico de un estudiante será alto o bajo a partir de su nivel de bienestar emocional. A través de este modelo se pretende predecir, en términos de probabilidad, si un estudiante alcanzará un rendimiento académico alto o bajo a partir de su situación emocional. Teniendo en cuenta que la variable dependiente en este caso es el rendimiento académico que se encuentra dividido en dos categorías, se escogió la regresión logística como técnica estadística para desarrollar el modelo que relacione el bienestar emocional de los estudiantes con su rendimiento académico. Se seleccionó la regresión logística debido a la naturaleza binaria de la variable dependiente, escenario en el cual este tipo de regresión es más confiable que otros métodos multivariantes como la regresión lineal múltiple y el análisis discriminante, los cuales son dos métodos eficaces, pero plantean problemas cuando la variable respuesta es binaria (Salcedo & Mercedes, 2002):

- Regresión lineal múltiple: cuando la variable respuesta toma solo dos valores se violan los supuestos necesarios para efectuar inferencias, los problemas que plantea son: 1) La distribución de los errores aleatorios no es normal y 2) los valores predichos no pueden ser interpretados como probabilidades como en la regresión logística, ya que no toman valores dentro del intervalo [0,1] (Salcedo & Mercedes, 2002).
- Análisis discriminante: Este análisis permite la predicción de pertenencia de la unidad de análisis a uno de los dos grupos preestablecidos, pero requiere que se cumplan los supuestos de multinormalidad de las variables regresoras y la igualdad de las matrices de covarianzas de los dos grupos para que la regla de predicción sea optima (Salcedo & Mercedes, 2002).

Debido a lo anterior se eligió la regresión logística binaria para establecer la relación entre el bienestar emocional de los estudiantes y su rendimiento académico, ya que es una técnica apropiada cuando la variable dependiente es dicotómica. Específicamente la regresión logística es una técnica estadística multivariante que permite estimar la relación existente entre una variable dependiente o respuesta no continua, en particular dicotómica, y un conjunto de variables independientes (regresores o predictores) cuantitativas o cualitativas (Salcedo & Mercedes, 2002). A su vez, el modelo permite estimar para cada sujeto, la probabilidad de pertenecer a una de las categorías establecidas para la variable dependiente (1 o 0), es decir, predecir la ocurrencia de un determinado suceso en función de un conjunto de variables o predictores (Sanchez Vizcaíno, 2000). La probabilidad de que ocurra el evento de interés de la variable dependiente (probabilidad de éxito), a partir de ciertas variables independientes, está dada por la siguiente expresión:

$$P(Y=1) = \frac{e^{(\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_kX_k)}}{1+e^{(\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\cdots+\beta_kX_k)}}$$

Donde:
P: Probabilidad de que ocurra el evento de interés
$X_1 + X_2 + \cdots + X_k$: Variables independientes
$\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \cdots + \beta_k$: Coeficientes asociados a cada variable

Si la probabilidad es alta se puede concluir que el evento de interés en la variable dependiente tiene altas posibilidades de ocurrir. En este estudio las variables utilizadas para evaluar el nivel de bienestar emocional o subjetivo de los estudiantes del NGS se utilizaron como variables independientes, mientras que la variable dependiente se refiere al rendimiento académico de los estudiantes, el cual se determinó anteriormente que se debe clasificar en Alto (1) o Bajo (0). De esta manera a variable dependiente queda definida como sigue:

$$Rendimiento\ academico = \begin{cases} 1\ Alto\ rendimiento\ académico;\ \ Calificacion\ promedio > 7{,}9 \\ 0\ Bajo\ rendimiento\ academico;\ \ Califiacion\ promedio \leq 7{,}9 \end{cases}$$

La calificación promedio se refiere al promedio de las notas obtenidas por el estudiante en todas las asignaturas durante el tercer trimestre académico. Para realizar el modelo de regresión logística binaria se usó el software libre para análisis estadístico, R Studio. De igual manera para desarrollar el modelo se siguieron una serie de pasos:

- Codificación de las variables: Se realiza la asignación de una nomenclatura a cada variable independiente y clasificación del rendimiento académico de los estudiantes en alguna de las dos categorías.

- Análisis de correlación: Se refiere a un procedimiento estadístico para determinar si dos variables están relacionadas, a través de un coeficiente de correlación. Este análisis pretende estimar la asociación lineal entre dos variables (Morales & Rodriguez, 2016). En el presente estudio se utilizó el análisis de correlación para evaluar la relación entre las variables de cada una de las escalas implementadas en la encuesta, esto con el propósito de reducir la multicolinealidad, situación que surge cuando las variables independientes del modelo están altamente correlacionadas. En caso de encontrar una correlación muy alta entre dos variables independientes, se procede a eliminar alguna de ellas, dejando la que se considera más representativa.

- Establecimiento de conjunto de datos de entrenamiento y validación: A partir de las observaciones que se obtuvieron con la aplicación de la encuesta se generaron dos conjuntos de datos, uno de entrenamiento y uno de evaluación, el primero de ellos sirve para desarrollar el modelo de regresión logística y el segundo permite evaluar el desempeño del modelo con datos diferentes a los que se utilizaron para su creación. Se tomó el 70% del total de los datos para el grupo de entrenamiento y el 30% restante para el grupo de evaluación.

- Desarrollo del modelo saturado de regresión logística: Consiste en el desarrollo de un modelo de regresión logística binaria con todas las variables evaluadas a través de las diferentes escalas de la encuesta y que no presentan una alta correlación.

- Análisis de significancia de las variables independientes del modelo: Identificar las variables que sean estadísticamente significativas para el modelo, para lo cual se contrastan las hipótesis estadísticas sobre los coeficientes de regresión (β), a través del estadístico de Wald y su valor p, donde la hipótesis nula indica que el coeficiente de regresión es cero (Sanchez Vizcaíno, 2000).

- Análisis del ajuste del modelo: Evaluar que tanto el modelo de regresión logística binaria generado se ajusta a los datos. Se utilizaron los siguientes estadísticos:

  -2LL: se obtiene como menos dos veces el logaritmo de la verosimilitud y mide hasta qué punto un modelo se ajusta bien a los datos. Mayores valores del -2LL muestran una verosimilitud menor del modelo, por lo tanto, cuanto más pequeño sea el valor del -2LL, mejor será el ajuste.

  Coeficientes de determinación Pseudo R^2: Estos coeficientes, que tratan de emular el coeficiente de determinación R^2, ayudan a medir la calidad del ajuste del modelo de regresión logística, sin embargo, es bastante común encontrar valores bajos para estos Pseudo-R^2 incluso cuando el modelo es bueno (Visbal Cadavid, 2019), por lo que en su lugar se utilizan como una orientación sobre la ganancia que tiene la implementación del modelo sobre situaciones en la que no se tienen modelos, es decir, una mejora en la probabilidad generada por un modelo sobre la de un modelo nulo (Camarero Rioja, Almazán Llorente, & Mañas Ramirez, 2015). Algunos de los Pseudo-R2

más usados son el de Mc-Fadden, el de Cox-Snell y el de Nagelkerke. El Pseudo-R2 de Mc-Fadden, tiene un rango de valores entre 0 y 1, suele considerarse una buena calidad del ajuste cuando $0{,}2<R^2_{McFadden}\leq 0{,}4$ y excelente para valores superiores (Dueñas Rodriguez, 2011). El coeficiente de Cox y Snell tiene un valor máximo menor a 1, incluso para un modelo perfecto, por lo cual se utiliza el coeficiente de Nagelkerke que es una versión corregida, el cual cubre el rango de 0 a 1, aunque es difícil que alcance valores cercanos a 1 (Dueñas Rodriguez, 2011).

- Evaluación de la capacidad predictiva del modelo: Establecer la eficacia que tiene el modelo para clasificar a los estudiantes en alguna de las categorías de la variable dependiente, a partir de la probabilidad calculada para cada estudiante. Para esto se implementa la tabla de clasificación o matriz de confusión, la cual permite evaluar eficacia predictiva del modelo y su ajuste, en tanto que permite comparar las predicciones del modelo con los datos observados (Sanchez Vizcaíno, 2000), además permite establecer los siguientes indicadores: Exactitud (proporción de predicciones que el modelo clasificó correctamente), tasa error (porcentaje de predicciones que el modelo clasificó incorrectamente), sensibilidad (proporción de casos positivos que fueron correctamente identificados por el modelo) y especificidad (proporción de casos negativos que fueron correctamente identificados por el modelo). Otra medida implementada para medir la capacidad predictiva del modelo es la curva ROC (Receiver Operating Characteristic) y el área bajo la curva asociada (AUC). La curva ROC representa de manera gráfica, en un cuadro de lado 1, la tasa de falsos positivos (1-especificidad) en el eje de las abscisas, frente a la tasa de verdaderos positivos (sensibilidad) en el eje de las ordenadas. El área bajo la curva (AUC) indica que tan bueno es un modelo aumentando la tasa de verdaderos positivos y disminuyendo la de falsos positivos, en otras palabras, la capacidad para distinguir apropiadamente entre casos positivos y negativos, por lo tanto, valores más cercanos a 1 indican mayor ajuste y capacidad predictiva para el modelo.

- Desarrollo de un modelo de regresión logística a partir del método de selección de variables: Uno de los objetivos de la regresión logística es "determinar el modelo más parsimonioso y mejor ajustado que siendo razonable describa la relación entre la variable respuesta y conjunto de variables independientes" (Salcedo & Mercedes, 2002). Este principio de parsimonia se refiere a encontrar un modelo que sea lo más reducido posible y que explique los datos. Para el presente estudio se implementó el método de selección de variables hacia atrás (backward), lo cual permite que se incluya desde el principio todas las variables independientes y se vaya eliminando en cada paso aquellas variables que no resultan ser significativas, para esto se utiliza de manera simultánea el criterio de información de Akaike (AIC), este criterio se usa para comparar y seleccionar modelos, eligiendo el que tiene el menor valor de AIC (Cañadas Reche, 2013). De igual manera el modelo final generado con el método de selección de variables hacia atrás fue evaluado con los indicadores y estadísticos descritos en los pasos anteriores.

Una vez establecida la relación entre el bienestar emocional de los estudiantes y su rendimiento académico a través de un modelo de regresión logística se procede a relacionar el bienestar emocional de los docentes. Lo anterior se debe a que la presencia de dificultades en algún aspecto relacionado con la situación emocional del docente puede afectar la forma en que transmite conocimiento a sus estudiantes y por tanto influir en el rendimiento académico de los mismos, tal y como lo indica (Marconi, 2018) citando a Gendron (2009), "el docente enfrenta a diario situaciones de tensión que influyen no solo en él mismo, en su relación con sus pares y alumnos, sino que afectan también los procesos de enseñanza". De esta manera para los estudiantes que presenten dificultades en su bienestar emocional y que por tanto sean clasificados con bajo rendimiento académico se revisa su nivel de satisfacción con cada asignatura y para aquellas donde reporte puntuaciones bajas se identifica, a través de bases de datos, los profesores asignados a estas clases y posteriormente se evalúa si el docente presenta dificultades a nivel emocional, las cuales tendrán que ser atendidas tanto para mejorar la situación del docente como para evitar que afecten su proceso de enseñanza y por tanto el rendimiento académico de sus estudiantes.

4.4. Seleccionar las variables a incluir en el sistema de información

El desarrollo del sistema de información del presente estudio pretende contribuir a la evaluación del bienestar emocional de estudiantes y profesores para identificar situaciones de riesgo a nivel emocional que puedan afectar el rendimiento académico de los estudiantes y sugerir un plan de acción oportuno que les permita resolver esas situaciones y así obtener mayores posibilidades de alcanzar resultados académicos positivos antes de que termine un periodo académico determinado cuando ya no se tendría mucho por hacer.

Esta idea de incorporar el bienestar emocional de estudiantes y docentes para contribuir al rendimiento académico de los estudiantes se debe a que en un entorno educativo la dimensión emocional puede favorecer o afectar el aprendizaje, tal y como lo indica (Casassus, 2006), no hay aprendizajes fuera del espacio emocional, a tal punto que las emociones son determinantes para facilitar u obstaculizar los aprendizajes, que a su vez están determinados por las necesidades y/o intereses del sujeto, en razón de su interacción con el entorno. Además, diversos estudios en el ámbito educativo han encontrado, según (González, 2015), que las emociones son claves para el proceso de enseñanza-aprendizaje y son una pieza fundamental para quien enseña (profesor) y para quien aprende (estudiante), por lo tanto, se debe considerar la emoción y la cognición como pareja indisoluble". De esta manera se evidencia que las emociones afectan el aprendizaje, por lo cual se encuentran relacionadas con el rendimiento académico de los estudiantes.

Debido a lo anterior en el sistema de información se incluyen variables relacionadas tanto con el nivel de bienestar emocional de los estudiantes como con el de docentes. Las variables referentes al bienestar emocional de las estudiantes incluidas en el sistema derivaron del modelo de regresión logística seleccionado, por lo cual se utilizaron los datos del conjunto de validación para evaluar los modelos generados y posteriormente se eligió aquel que fuera lo más parsimonioso posible y presentara un ajuste y capacidad predictiva aceptables. Por otro lado, las variables relacionadas con el bienestar emocional de las docentes incluidas en el sistema fueron las dimensiones evaluadas a través de la encuesta aplicada en el colegio.

4.5. Establecer los planes de acción a recomendar por el sistema según los diferentes resultados de rendimiento académico y el nivel de bienestar emocional tanto de estudiantes como de profesores

Una vez establecidas las variables a incluir en el sistema de información con respecto al bienestar emocional de estudiantes y profesores, se desarrollaron una serie de recomendaciones que el sistema proporciona según sea la variable en la que estudiantes o profesores tengan dificultades. De esta manera la institución tendrá un plan de acción para atender a los estudiantes que sean pronosticados con un bajo rendimiento académico. Sin embargo, las recomendaciones generadas por el sistema también sirven para apoyar a los estudiantes que, aunque sean pronosticados con alto rendimiento pueden estar en riesgo en alguna variable en específico, todo esto gracias a que el sistema proporciona alertas sobre los estudiantes con alto rendimiento académico que deberían ser revisados para solventar o evitar dificultades a nivel emocional. El desarrollo de las recomendaciones contó con el aval de la psicóloga y fonoaudióloga del colegio NGS.

4.6. Diseñar un sistema de información que genere planes de acción considerando tanto el rendimiento académico como el nivel de bienestar emocional de estudiantes y profesores.

Una vez seleccionadas las variables del bienestar emocional de docentes y estudiantes se desarrolló un sistema de información que genere planes de atención considerando el rendimiento académico y el nivel de bienestar emocional tanto de estudiantes como de profesores de los grados 6° a 11° del NGS, de tal manera que, a partir de las recomendaciones y notificaciones ofrecidas por el sistema, las directivas de la institución logren reaccionar oportunamente ante las dificultades que puedan presentar sus estudiantes o personal docente.

Para seleccionar el software en el cual se desarrollaría el sistema de información se realizó una investigación de los programas o plataformas que utiliza la institución para realizar actividades relacionadas con el seguimiento académico de los estudiantes y la evaluación del nivel de bienestar emocional de profesores y alumnos, identificando que en la actualidad el colegio implementa una plataforma para registrar

las notas de los estudiantes, mientras que para temas relacionados con el bienestar emocional se realizan actas y registros en los cuales se consigna el trabajo desarrollado con los estudiantes que se encuentra en proceso de acompañamiento por parte del Departamento de Orientación Escolar (DOE), a su vez estas actas y registros son almacenadas en los computadores del personal del DOE y algunas en documentos de Google Drive. Adicionalmente se dialogó con los coordinadores y el personal del DOE para establecer cuales eran las herramientas o software que utilizaban con mayor frecuencia, identificando que aquellos programas que utilizan de manera constante para desarrollar sus actividades son hojas de calculo de Google y el paquete de office de Microsoft, especialmente Word y Excel. De esta manera se determinó que el software con mayor viabilidad para diseñar el sistema de información es Excel, el cual cuenta con la capacidad de organizar grandes volúmenes de datos, realizar operaciones matemáticas de manera automática, automatizar la corrección de resultados y agilizar el análisis de datos, gracias a los gráficos que se generan a partir de los datos introducidos (Cámara de Comercio de Cali, 2019). Para tomar esta decisión se tuvo en cuenta que Excel es uno de los programas mas usados por el personal de la institución por lo cual se encuentran familiarizados con su funcionamiento, lo cual agiliza el proceso de aprendizaje para la manipulación del sistema, facilitando de esta manera su implementación en el colegio. Adicionalmente una de las restricciones del presente proyecto se refería a que el colegio no se encuentra dispuesto a realizar inversiones en software, sino que prefiere el uso de las herramientas que tiene a su disposición, lo cual se relaciona con el hecho de requieren un sistema que sea fácil de manipular y entender. En consecuencia, se determinó que el diseño del sistema de información se realizaría en Microsoft Excel programa que tiene gran acogida en el NGS y del cual se tienen las respectivas licencias para todos los equipos que utiliza el personal. De igual manera se hizo uso de la herramienta de formularios de Google ya que se requería diseñar encuestas para estudiantes y docentes relacionadas con su bienestar emocional, cuyas respuestas servirían de insumo para el sistema de información.

En cuanto al diseño del sistema se desarrolló un menú principal dividido en dos secciones una para estudiantes y una para docentes donde el usuario pueda importar los datos de las encuestas aplicadas y consultar los resultados tanto del periodo actual como de periodos anteriores. En cuanto a los estudiantes se realizaron una serie de dashboard para mostrar de manera grafica la información relacionada con su nivel de bienestar emocional a nivel general, identificando las variables en las cuales se presenta mayor nivel de riesgo. Posteriormente se desarrolló una sección en la cual se presentan los resultados de la predicción del rendimiento académico de los estudiantes a partir de su bienestar emocional, lo cual responde a la incorporación del modelo de regresión logística en el sistema. Teniendo en cuenta los pronósticos del rendimiento académico se requiere determinar en qué variables los estudiantes tienen mayor riesgo, por lo cual se diseñó una sección en la que el usuario puede consultar los resultados alcanzados en las diferentes variables y el estado en el que se encuentran para saber si requieren atención, adicionalmente se cuenta con otra sección en la que el usuario puede seleccionar cada variable y para los estudiantes que se encuentren en riesgo presentar una recomendación que le permita a la institución iniciar con un plan de acción. De igual manera se integró el bienestar emocional de los docentes al análisis global del rendimiento académico de los estudiantes, lo cual se realizó a partir de la variable referida al nivel de satisfacción de los estudiantes con cada asignatura, de esta manera el sistema indica si se debe revisar la situación emocional de algún docente para evitar que incida de manera negativa en el proceso de aprendizaje del estudiante y por tanto en su rendimiento académico.

Por otro lado, para visualizar información relacionada con el bienestar emocional de los profesores se desarrollaron diferentes dashboard y reportes. En primer lugar, se diseñó un dashboard en el cual se muestra el nivel de riesgo que presentan los docentes con respecto a cada variable. En segundo lugar, se diseñó un dashboard que permite observar de manera más detallada los resultados obtenidos en cada variable utilizada para evaluar el bienestar emocional de los profesores. A su vez se desarrolló una sección que permite realizar una consulta de los profesores que se encuentran en riesgo según la variable que se seleccione, sumado a una recomendación que permite a la institución establecer un plan de acción para contribuir al mejoramiento de esa situación de riesgo que reportan los docentes. Finalmente se desarrolló una sección de informe en la cual se presenta toda la información de un profesor determinado, mostrando a su vez la situación de cada variable y los aspectos que la componen, lo cual permite identificar en que aspecto en específico se puede intervenir.

Una vez obtenido el sistema de información se evaluó su desempeño para lo cual se utilizaron los registros obtenidos con las encuestas aplicadas en el colegio, 267 registros para estudiantes y 31 para profesores. La evaluación consistió en dividir el conjunto de datos en tres, el primer conjunto estuvo conformado por 267 registros de estudiantes, el segundo contenía 130 registros, y el tercero tenía 70 registros, en el caso de docentes se utilizó el mismo tamaño (31 registros) puesto que se requiere información de todos los docentes para poder relacionar sus resultados con los estudiantes a través de la satisfacción con asignaturas. Esta evaluación permite observar si el sistema se actualiza y comporta de manera correcta para cualquier conjunto de datos que se ingrese.

5. Resultados

En esta sección se presentan, para dar cumplimiento a cada objetivo, los resultados obtenidos al aplicar cada una de las metodologías presentadas en la sección anterior.

5.1. Caracterizar los procesos académicos de seguimiento a estudiantes y docentes, así como los procesos de "convivencia escolar y bienestar estudiantil".

El análisis de los procesos de seguimiento y bienestar emocional de estudiantes y docentes del colegio NGS permitió identificar la manera en que la institución realiza seguimiento a los resultados obtenidos por los estudiantes y profesores, además de establecer la forma en que se atiende la dimensión emocional de estos.

5.1.1. Estudiantes

En cuanto a los estudiantes se identificaron 16 subprocesos, de los cuales 11 están relacionados con el seguimiento, convivencia escolar y apoyo académico y los 5 restantes están relacionados con el bienestar estudiantil. En todos estos procesos es de gran importancia la participación las Coordinaciones, Docentes y el Departamento de Orientación Escolar.

El seguimiento a estudiantes en el NGS está dado por los subprocesos presentados en la tabla 3, en los cuales se ven involucrados los docentes, el Departamento de Orientación Escolar (DOE) y los coordinadores. Estos subprocesos, se enfocan principalmente en el comportamiento y el desempeño académico, generando estrategias para los estudiantes que presentan dificultades.

Tabla 3. Subprocesos de seguimiento a estudiantes del NGS.

Gestión	Macro Proceso	Proceso	Subproceso
De la comunidad	Claves-Bienestar estudiantil	Seguimiento a estudiantes	Reunión de nivel
			Comités de convivencia
			Reuniones de comisión y evaluación
	Claves	Convivencia escolar	Aprovechamiento de tiempo libre
			Seguimiento formativo del estudiante
			Tus valores cuentan
			Revisión y ajuste del manual de convivencia
			Observador del estudiante
			CAS (Creatividad, Actividad, Servicio)
Académica	Claves	Apoyo académico a estudiantes	Tutorías académicas
			Refuerzo institucional

En cuanto al bienestar estudiantil se obtuvo que el NGS cuenta con 5 subprocesos (Tabla 4), de los cuales 2 (Atención a estudiantes y Proyecto de afectividad) buscan ayudar en la salud emocional de los estudiantes, liderados por el Departamento de Orientación Escolar (DOE). Lo anterior muestra que la institución actualmente no cuenta con procesos que permitan brindar un apoyo constante y oportuno a los estudiantes,

puesto que los procesos que se desarrollan actualmente se ejecutan cuando el estudiante hace evidente sus problemas a nivel emocional o cuando obtuvo resultados negativos al final de periodo.

Tabla 4. Subprocesos relacionados con el bienestar estudiantil de los estudiantes del NGS.

Gestión	Macro Proceso	Proceso	Subproceso
De la comunidad	Claves-Bienestar estudiantil	Acompañamientos a estudiantes DOE	Apoyo y asesoría en los procesos de admisión de estudiante.
			Atención a estudiantes
			Proyecto de afectividad
			Proyecto de inclusión
			Proyecto de orientación vocacional

5.1.2. Docentes

Para los estudiantes se identificaron 12 subprocesos, de los cuales 9 están enfocado en el seguimiento y evaluación de desempeño y únicamente 3 se centran en el bienestar, lo cual demuestra que la institución está en este momento se encuentra más enfocada en llevar un control sobre el cumplimiento de las actividades de los docentes que en evaluar otros aspectos. En estos procesos participan Coordinaciones, Docentes y Talento Humano.

El seguimiento a los docentes esta dado a través de los procesos presentados en la tabla 5, de los cuales se puede concluir que no existe un subproceso que permita evaluar de manera cuantitativa a los docentes, los estudiantes no cuentan con la posibilidad de calificar el desempeño del docente frente a la clase, en otras palabras, no se cuenta con un subproceso que permita medir el comportamiento y convivencia entre docentes, ya que todos los que existen actualmente están enfocados en el cumplimiento operativo y no en la calidad de las clases.

Tabla 5. Subprocesos de seguimiento a profesores del NGS.

Gestión	Macro Proceso	Proceso	Subproceso
Gestión académica	Claves	Seguimiento a docentes	Malla curricular.
			Proceso de visita en clase y retroalimentación.
			Revisión del registro de notas (50%, 70% y 100%).
			Aprobación de pruebas (bimestrales y remediales).
			Registro de tareas en el School Pack (Plataforma registro de notas)
			Proceso de evaluación y autoevaluación del docente.
Gestión directiva	Estratégicos	Evaluación de desempeño	Auto-evaluación.
			Hetero-evaluación.
			Reunión de cierre de evaluación, compromisos y estrategias de mejora.

En lo referente al bienestar emocional de los docentes, como se puede observar en la tabla 6, son tres los subprocesos que involucran el bienestar de los profesores, evidenciando que la institución no ha logrado desarrollar procesos que permitan buscar un mejor ambiente laboral, donde no solo se otorgue valor a la medición de los resultados operativos, sino que también se incorpore la salud mental y emocional de los docentes, algo que resulta ser fundamental para identificar factores que a nivel personal afecten el adecuado desarrollo de la labor docente. Los diagramas para cada uno de los subprocesos mencionados anteriormente se presentan en el Anexo 4.

Tabla 6. Subprocesos relacionados con el bienestar de los profesores del NGS.

Gestión	Macro Proceso	Proceso	Subproceso
Gestión directiva	Estratégicos	Bienestar	Eventos Lúdicos y de bienestar laboral.

			Capacitaciones en prevención de salud.
			Plan de reconocimientos e incentivos.

5.2. Identificar las variables que afectan el nivel de bienestar emocional en estudiantes y profesores del NGS.

A partir de la encuesta aplicada tanto a estudiantes como docentes con respecto a su bienestar emocional o subjetivo, se procede a realizar un análisis de los resultados obtenidos.

5.2.1. Docentes

A partir de los datos sociodemográficos se identificó que; 52% de los profesores encuestados son de género masculino y 48% femenino, el 77% de los docentes se encuentra entre los 25 y 44 años, el 77% tiene algún tipo de relación sentimental, 71% tiene 10 años o más de experiencia como profesor y el 90% tiene contrato a término fijo, adicionalmente se observa que en el colegio algunos profesores tienen una carga laboral considerable, mientras que otros requieren invertir menos tiempo para cumplir con sus actividades (Anexo 8).

En cuanto al bienestar emocional se realizó un análisis descriptivo para las diferentes escalas aplicadas (Anexo 8). En cuanto al componente afectivo se encontró, a través de la Escala de Afecto Positivo y Afecto Negativo, que el 3% de los profesores tiene un afecto positivo bajo, 42% tiene un afecto positivo moderado y 55% tiene un afecto positivo alto, evidenciando que más del 40% de los docentes tiene un afecto positivo moderado, por lo cual se presenta la necesidad de trabajar con los profesores para que su afecto positivo sea más alto que moderado. Por otro lado, el 81% de los docentes tiene un afecto negativo bajo, 16% tiene un afecto negativo moderado y un 3% tiene un afecto negativo alto. Finalmente, en cuanto al balance afectivo, que se refiere a la diferencia entre afecto positivo y afecto negativo, se encontró que 45% de los profesores tiene balance afectivo bajo, 29% tiene balance afectivo moderado y 26% tiene un balance afectivo adecuado.

En cuanto al componente cognitivo del bienestar subjetivo se realizó un análisis descriptivo de cada una de las escalas destinadas a medir la satisfacción general con la vida, la satisfacción con dominios específicos y la satisfacción laboral (Anexo 8). En la satisfacción general con la vida se evidenció que: 13% de los docentes se encontraba muy satisfecho a nivel general con la vida, 48% se encontraba satisfecho, 23% se encontraba un poco satisfecho y finalmente un 16% se encontraba un poco insatisfecho. Con respecto a la satisfacción por dominios se midió la satisfacción para 8 dimensiones y a partir de la puntuación media obtenida en cada una se encontró que la dimensión de ocio presenta el menor nivel de satisfacción (51%), mientras que, en las 7 dimensiones restantes, los docentes tienen una satisfacción superior al 60%, sin embargo, ninguna supera el 80% (Tabla 7).

Tabla 7. Resultados satisfacción por dominios en profesores del NGS.

Dimensión	Puntuación promedio	DE	Porcentaje satisfacción promedio	Nivel de satisfacción promedio
Bienestar económico	15,90	4,06	64%	Medio
Amigos	17,06	3,92	68%	Alto
Vecindario	15,16	3,66	76%	Alto
Hogar	11,13	2,33	74%	Alto
Ocio	15,19	5,25	51%	Medio
Vida espiritual	6,45	2,00	65%	Medio
Salud	13,71	3,69	69%	Alto
Pareja	15,33	3,03	77%	Alto

En lo referente a la satisfacción laboral de los docentes del NGS, a través de la Escala Multidimensional de Satisfacción Laboral Docente, se encontró que los docentes del NGS reportan en promedio un 75% de

satisfacción laboral, es decir, se encuentran en un nivel alto de satisfacción (67%-100%). En cuanto a las dimensiones de relacionadas con la satisfacción laboral se evidenció que en las referentes a las relaciones interpersonales, desempeño profesional, condiciones laborales, valoración del trabajo desarrollado, participación, factores organizacionales y ambiente físico los docentes manifiestan un nivel alto de satisfacción, sin embargo en 4 de las 8 dimensiones el porcentaje de satisfacción es inferior al 70%, lo cual refleja que hay algunos aspectos que pueden ser revisados y así mejorar el nivel de satisfacción.

5.2.2. Estudiantes

A partir de los datos demográficos se identificó que; el 53% de los estudiantes encuestados son del género femenino y el 44% masculino. Los estudiantes entre 10 a 13 años son el 42%, los de 14 a 16 años son el 50% y los de 17 a 19 años son el 8%. Los estudiantes se distribuyen por grado de la siguiente manera: sexto 18%, séptimo 17%, octavo 17%, noveno 20%, decimo 12% y once 16% (Anexo 9).

Se realizó un análisis para cada una de las escalas implementadas (Anexo 9), en cuanto a la Escala Screening del Bienestar Emocional y Trait Meta-Mood, para estas escalas obtener un promedio de puntuaciones bajas sería lo ideal para el componente de afecto negativo. Los que registraron una tendencia a 1 son los ítems relacionados con sentirse solo y sentirse triste. Lo que indica que los estudiantes no se sienten solos ni tristes lo cual es positivo en su bienestar emocional. Sin embargo, los estudiantes presentan miedo a que algo malo ocurra y presentan poca energía y vitalidad.

Para Los ítems destinados a medir la satisfacción por dominios de la encuesta Instrumento para medición de condiciones socioemocionales y la encuesta E-CEA se encontró que las cinco dimensiones presentan un porcentaje de satisfacción superior al 60% pero solo una de estas obtuvo un porcentaje promedio de satisfacción superior al 76% la cual fue la dimensión colegio. Al analizar los ítems los que presentan mayor porcentaje de satisfacción son: no sentir miedo de alguien del círculo social (88%) y el ambiente de la casa es agradable (80%). Por otro lado, los ítems donde los estudiantes mostraron un nivel de satisfacción menor fueron: se reúne virtualmente con un grupo de amigos con fines recreativos (52%), habla de sus preocupaciones con su familia (51%). De acuerdo con esto se concluye que los estudiantes perciben el ambiente de su hogar agradable pero poco hablan de sus preocupaciones con su familia. (Anexo 9).

Para la escala de estresores académicos cada ítem se evalúa su relevancia de 1% a 100% de manera individual. De esta manera se presenta que los principales estresores académicos son “cuando tienen exámenes” con un porcentaje promedio de 63%, “los resultados obtenidos en los exámenes no reflejan el trabajo de preparación ni el esfuerzo invertido” 60% y “proximidad en las fechas de los exámenes” 58%. Los estresores menos relevantes manifestados por los estudiantes fueron los conflictos en las relaciones con otras personas 39% y excesiva competitividad existente en clase 42%. De los datos anteriormente presentados se puede observar que los principales estresores manifestados por los estudiantes están relacionados con los exámenes y los menos relevantes son aquellos relacionados con relaciones interpersonales con los compañeros y docentes. En cuanto a la satisfacción con las asignaturas, se encontró que los estudiantes de sexto a noveno en promedio se encontraban entre muy satisfechos y extremadamente satisfechos con todas las asignaturas, siendo lengua castellana, lectores competentes y pre-fisica las que reportaron menor nivel de satisfacción (3: moderadamente satisfechos). Por otro lado, los estudiantes de décimo y once manifestaron estar moderadamente satisfechos con las asignaturas de filosofía, lengua castellana, religión y ética.

Debido a que en las diferentes escalas implementadas tanto docentes como estudiantes presentaron indicadores que, aunque no eran críticos tampoco eran del todo favorables, se concluye que en principio todas las variables evaluadas a través de las escalas afectan el nivel de bienestar emocional son candidatas para el modelo de regresión (Anexo 10).

5.3. Determinar la relación entre las variables que afectan el nivel de bienestar emocional y el proceso académico de estudiantes y docentes.

Para determinar la relación entre las variables que a nivel emocional afectan el rendimiento académico de los estudiantes del NGS se desarrolló de un modelo de regresión logística binaria, teniendo en cuenta que las variables independientes serían las variables relacionadas con el nivel de bienestar emocional de los estudiantes (Anexo 10), mientras que la variable dependiente será el rendimiento académico. Cada una de las variables de estudiante fue codificada (Anexo 11) para facilitar el manejo dentro del software estadístico R Studio. Primero se desarrolló un análisis de correlación entre las diferentes variables independientes, para lo cual se implementó el coeficiente de correlación denominado τ (tau) de Kendall, el cual es utilizado cuando se estudia la relación entre variables cualitativas de tipo ordinal como las del presente estudio. Se seleccionó cada escala utilizada para medir el bienestar emocional de los estudiantes del NGS y se evaluó la correlación de sus variables (Anexo 12). Se consideró que valores de 0,6 o superiores en el coeficiente de Kendall, indicarían una alta correlación, por lo que debía elegir que variable eliminar, para lo cual se contó con la asesoría de la psicóloga del NGS. De esta manera el análisis de correlación permitió obtener un total de 79 variables independientes para ingresar al modelo de regresión (Anexo 13).

Una vez definidas las variables independientes y la dependiente, se generó, con los datos de entrenamiento, un modelo de regresión logística binaria, el cual se denomina modelo saturado, es decir, un modelo que contiene todas las variables independientes (79). Los resultados del modelo saturado muestran en el Anexo 14. En este modelo se encontró que, de las 79 variables independientes, tan solo 12 presentaron coeficientes con valor de significancia inferior a 0.05 en el estadístico de Wald, por lo cual se podría decir que son significativas para el modelo, a su vez 8 parámetros resultaron tener una significancia del 0.05. De esta manera se puede concluir que en el modelo saturado la relación entre el rendimiento académico de los estudiantes y su nivel de bienestar emocional es descrita principalmente por 20 variables independientes.

En cuanto al ajuste del modelo saturado se obtiene un estadístico del logaritmo de la verosimilitud (-2LL) de 241.58 para el modelo que solo contiene el parámetro constante sin ningún predictor, y una vez se integran las variables independientes y se estiman sus parámetros el -2LL pasa a ser 108.39, lo cual indica que incluir las variables independientes mejora el ajuste del modelo. Por otro lado, se presentan los resultados de los coeficientes de determinación Pseudo R2 para el modelo saturado. Se encuentra un coeficiente de Mcfadden de 0.5513, puesto que un valor entre 0.2 y 0.4 se considera un ajuste satisfactorio del modelo, se puede concluir un ajuste apropiado. El pseudo R2 de Coox y Snell es de 0.5094, mientras que el pseudo R2 de Nagelkerke es de 0.7024, considerando que es muy frecuente encontrar valores bajos para estos coeficientes (Visbal Cadavid, 2019), se puede establecer que son aceptables. Tomando el coeficiente de Nagelkerke se podría decir que el modelo saturado mejora un 70% la probabilidad generada para la variable dependiente, con respecto a una situación en la que no se tiene un modelo.

La evaluación de la capacidad predictiva del modelo saturado se realiza tanto para el conjunto de datos de entrenamiento, es decir el conjunto de datos con los cuales se generó el modelo, como para el conjunto de datos de evaluación.

- **Entrenamiento**: La matriz de confusión para el conjunto datos de entrenamiento (Tabla 8) muestra los resultados de la clasificación del modelo saturado para los estudiantes a partir de las variables relacionadas con su bienestar emocional. A través de esta matriz se obtiene que el modelo tiene un porcentaje global de predicciones acertadas o una exactitud del 89% y una tasa de error del 11%. De los estudiantes que tuvieron un bajo rendimiento académico, 52 fueron clasificados correctamente, lo cual representa una especificidad del 80%. En cuanto a los estudiantes que tuvieron un alto rendimiento académico, 114 fueron clasificados correctamente, lo que representa una sensibilidad del 93%.

- **Validación**: Para validar los resultados del modelo saturado se realiza una evaluación de la capacidad predictiva con el conjunto de datos de validación y de esta manera evidenciar el desempeño del modelo ante datos nuevos. La matriz de confusión para el conjunto datos de

validación (Tabla 8) permite evidenciar que el modelo saturado tiene un porcentaje global de predicciones acertadas o una exactitud del 83% y una tasa de error del 17%. De los estudiantes que tuvieron un bajo rendimiento académico, 24 fueron clasificados correctamente, lo cual representa una especificidad del 75%. En cuanto a los estudiantes que tuvieron un alto rendimiento académico, 42 fueron clasificados correctamente, lo que representa una sensibilidad del 88%. De esta manera se observa que el modelo saturado tiene un buen ajuste y su capacidad predictiva para nuevos datos.

Tabla 8: Matrices de confusión del modelo saturado

Matriz de confusión modelo saturado – Datos de entrenamiento				**Matriz de confusión modelo saturado – Datos de validación**			
		Rendimiento académico Pronosticado				**Rendimiento académico Pronosticado**	
		0 (Bajo)	**1 (Alto)**			**0 (Bajo)**	**1 (Alto)**
Rendimiento académico Observado	**0 (Bajo)**	52	13	**Rendimiento académico Observado**	**0 (Bajo)**	24	8
	1 (Alto)	8	114		**1 (Alto)**	6	42

Complementando los indicadores obtenidos con la matriz de confusión se evalúa la capacidad del modelo para distinguir entre estudiantes con alto y bajo rendimiento, para esto se implementa área bajo la curva ROC (AUC). Se obtuvo un AUC de 0.848, por lo que el modelo saturado tiene un buen rendimiento con respecto a su capacidad para distinguir estudiantes con alto rendimiento académico y a la vez disminuir el porcentaje de veces que clasifica a estudiantes con bajo rendimiento como si tuvieran alto rendimiento (Falsos positivos).

A partir del modelo saturado se procede a buscar un modelo que pueda explicar los datos con el menor número de parámetros posible, es decir, encontrar un modelo parsimonioso. Para esto se aplica un método de selección de variables hacia atrás (backward), el cual permitió encontrar un modelo con 33 variables, siendo la mayoría de ellas significativas (Anexo 15). Adicionalmente este modelo reporta un AIC de 202.68, con respecto a 268.39 del modelo saturado.

En cuanto al ajuste del modelo que implementa un método de selección de variables se obtiene un estadístico del logaritmo de la verosimilitud (-2LL) de 241.58 para el modelo que solo contiene el parámetro constante, sin ningún predictor, una vez se integran las variables independientes y se estiman sus parámetros el -2LL pasa a ser 134.68, una disminución considerable y teniendo en cuenta que menores valores de la medida -2LL, indican un mejor ajuste, se puede decir que el modelo con las 33 variables independientes tiene mejor ajuste que un modelo que contiene solo la constante. En cuanto a los coeficientes de determinación Pseudo R2, se encuentra un coeficiente de Mcfadden de 0.4425, puesto que un valor entre 0.2 y 0.4 se considera una buena calidad de ajuste del modelo, se puede concluir que el modelo tiene un buen ajuste. El pseudo R2 de Coox y Snell es de 0.4354, mientras que el pseudo R2 de Nagelkerke es de 0.6004, considerando que es muy frecuente encontrar valores bajos para estos coeficientes (Visbal Cadavid, 2019), se puede establecer que son aceptables. Tomando el coeficiente de Nagelkerke se podría decir que el modelo, con 33 variables independientes, mejora un 60% la probabilidad generada para la variable dependiente, con respecto a una situación en la que no se tiene un modelo.

Complementando la información sobre el ajuste del modelo que implementa un método de selección de variables se realizó una evaluación de la eficacia predictiva del mismo tanto para el conjunto de datos de entrenamiento, como para el conjunto de datos de validación.

- **Entrenamiento**: La matriz de confusión para el conjunto datos de entrenamiento (Tabla 9) muestra los resultados de la clasificación del modelo con un método de selección de variables. A través de esta matriz se obtiene que el modelo tiene un porcentaje global de predicciones

acertadas o una exactitud del 83% y una tasa de error del 17%. De los estudiantes que tuvieron un bajo rendimiento académico, 52 fueron clasificados correctamente, lo cual representa una especificidad del 80%. En cuanto a los estudiantes que tuvieron un alto rendimiento académico, 103 fueron clasificados correctamente, lo que representa una sensibilidad del 84%.

- **Validación**: Para validar los resultados del modelo que implementa un método de selección de variables se realiza una evaluación de la capacidad predictiva con el conjunto de datos de validación y de esta manera evidenciar el desempeño del modelo ante datos nuevos. La matriz de confusión para el conjunto datos de validación (Tabla 9) permite evidenciar que el modelo tiene un porcentaje global de predicciones acertadas o una exactitud del 74% y una tasa de error del 26%. De los estudiantes que tuvieron un bajo rendimiento académico, 21 fueron clasificados correctamente, lo cual representa una especificidad del 66%. En cuanto a los estudiantes que tuvieron un alto rendimiento académico, 38 fueron clasificados correctamente, lo que representa una sensibilidad del 79%.

Tabla 9: Matrices de confusión del modelo con método de selección de variables

Matriz de confusión modelo con método de selección de variables – Datos de entrenamiento				**Matriz de confusión modelo con método de selección de variables – Datos de validación**			
		Rendimiento académico Pronosticado				**Rendimiento académico Pronosticado**	
		0 (Bajo)	**1 (Alto)**			**0 (Bajo)**	**1 (Alto)**
Rendimiento académico Observado	**0 (Bajo)**	52	13	**Rendimiento académico Observado**	**0 (Bajo)**	21	11
	1 (Alto)	19	103		**1 (Alto)**	10	38

Teniendo en cuenta que este modelo tiene 46 variables menos con respecto al modelo saturado, se observa que para datos nuevos la exactitud es considerable (74%). En cuanto a la capacidad del modelo con selección de variables para discriminar entre estudiantes que efectivamente tienen alto y bajo rendimiento, se encontró un AUC de 0.7969, un valor que puede considerarse adecuado, puesto que, si se considera que un AUC=0.75 se encuentra en la mitad de la discriminación perfecta (AUC=1) y la no discriminación (AUC=0.5, clasificación aleatoria), el AUC del modelo con selección de variables (aproximadamente 0.8) se encuentra más cercano a una discriminación perfecta que a una no discriminación.

De esta manera se puede evidenciar que la relación entre rendimiento académico y nivel de bienestar emocional de los estudiantes del NGS se puede describir a través de dos modelos de regresión logística binaria, uno con 79 variables independientes, con estadísticos y capacidad predictiva de mayor magnitud, pero con pocas variables estadísticamente significativas, mientras que otro modelo más parsimonioso, con 33 variables independientes, la mayoría estadísticamente significativas, presenta igualmente indicadores aceptables en cuanto ajuste y capacidad predictiva a pesar de tener 46 variables menos para predecir el rendimiento académico.

5.4. Seleccionar las variables a incluir en el sistema de información

Las variables por incluir en el modelo son aquellas relacionadas con el bienestar emocional de estudiantes y docentes. En cuanto a los docentes, se utilizó la encuesta aplicada en el colegio para establecer las variables a incluir en el sistema, eligiendo principalmente las dimensiones de cada escala como las variables que determinan el bienestar emocional de los docentes (Anexo 16). Para establecer las variables relacionadas con el bienestar emocional de los estudiantes que fueron incluidas en el sistema se realizó una comparación entre el modelo de regresión logística saturado y el modelo que implementa un método de selección de variables, los resultados de los indicadores obtenidos en cada modelo se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Resumen de los resultados obtenidos en el modelo saturado y el modelo con selección de variables

	MODELO SATURADO	MODELO QUE IMPLEMENTA UN MÉTODO DE SELECCIÓN DE VARIABLES
-2LL	108.39	134.68
Coeficiente de McFadden	0.5513	0.4425
Coeficiente de Cox y Snell	0.5094	0.4354
Coeficiente de Nagelkerke	0.7024	0.6004
AIC	268.39	202.68
Exactitud	83%	74%
Sensibilidad	88%	79%
Especificidad	75%	66%
AUC	0.848	0.799

El modelo saturado presenta mejores estadísticos en términos de ajuste (-2LL, McFadden, Cox y Snell y Nagelkerke), lo cual es de esperar puesto que este modelo contiene todas las variables independientes de estudio, describiendo de una mejor manera los datos. Lo mismo ocurre en cuanto a la capacidad predictiva donde presenta mejores indicadores de exactitud, sensibilidad, especificidad y AUC.

El modelo saturado al contener todas las variables independientes de estudio, resulta ser un modelo pesado y complejo. Debido a esto uno de los objetivos de la regresión logística es encontrar el modelo más parsimonioso y con un ajuste razonable que permita describir la variable dependiente a partir de un conjunto de variables independientes. En consecuencia, se desarrolló un modelo de regresión logística binaria que implementa un método de selección de variables hacia atrás, el cual incluye 33 variables independientes, por lo que al tener menor número de predictores obtuvo estadísticos ligeramente menores a los del modelo saturado. El valor de -2LL aumentó en el modelo con selección de variables, pero considerando que el -2LL del modelo saturado es el menor valor que se podrá obtener, puesto que tiene todas las variables independientes, el aumento no es tan elevado. De igual manera los pseudo R^2 del modelo con selección de variables son menores a los del modero saturado, sin embargo, la reducción no supero el 11% en ninguno de estos estadísticos, lo cual es relevante puesto que el modelo con selección de variables logra mantener resultados aceptables aun cuando tiene 46 variables independientes menos. Lo anterior se hace evidente a partir del indicador AIC que nos permite comparar dos modelos, el cual paso de 268.39 en el modelo saturado a 202.67 en el modelo de selección de variables, una reducción considerable y teniendo en cuenta que lo que se busca son valores menores de AIC al comparar dos modelos, la elección estaría inclinada hacia el modelo que implementa un método de selección de variables.

En cuanto a la capacidad predictiva del modelo, en el conjunto de datos de validación, se encontró que la disminución en cuanto a exactitud, sensibilidad y especificidad en el modelo con selección de variables con respecto al saturado no superó el 9% en ninguno de los indicadores, lo cual es importante de resaltar considerando que se pasó de 79 a 33 variables explicativas. Finalmente, un indicador importante es el AUC, puesto que nos indica la probabilidad que tiene el modelo para distinguir entre estudiantes con alto rendimiento académico y estudiantes con bajo rendimiento académico, este indicador en el modelo con selección de variables disminuyó tan solo un 5% con respecto al modelo saturado, lo cual indica que el modelo con 33 variables independientes tiene una capacidad similar a la del modelo con 79 variables para distinguir entre una categoría y otra.

Teniendo en cuenta todo lo anterior el modelo de regresión logística seleccionado es aquel que implementa un método de selección de variables hacia atrás, el cual se compone de 33 variables independientes, las cuales serán incluidas en el sistema de información (Anexo 17), ya que resulta ser un modelo parsimonioso y con estadísticos e indicadores aceptables que no distan mucho de un modelo que contiene todas las variables que se plantearon desde un inicio para el presente estudio.

5.5. Establecer los planes de acción a recomendar por el sistema según los diferentes resultados de rendimiento académico y el nivel de bienestar emocional tanto de estudiantes como de profesores.

Teniendo en cuenta las variables que se incluirán en el sistema, las cuales corresponden a las indicadas por el modelo de regresión logística seleccionado, además de las variables referentes al bienestar emocional de docentes, se desarrollaron una serie de alertas y recomendaciones que el sistema proporcionará según los resultados obtenidos. En cuanto a los pronósticos realizados con respecto al rendimiento académico de los estudiantes el sistema de información proporcionará la lista de estudiantes con alto y bajo rendimiento académico y a su vez indicará el nivel de atención que se les debe otorgar según los resultados de la predicción, es decir, indicará que estudiantes requieren atención inmediata, cuales requieren una atención moderada y cuales pueden esperar ya que su situación no es tan crítica. Una vez se tengan identificados los estudiantes según su pronóstico de rendimiento académico y el nivel de atención que requieren, el sistema de información ofrecerá para cada variable relacionada con el bienestar emocional de los estudiantes una recomendación que permita iniciar un plan de acción para mejorar su situación y así contribuir a una mejoría en su proceso de aprendizaje. A su vez el sistema de información indicará, a partir de la satisfacción de los estudiantes con cada asignatura, los docentes que deben ser atendidos ya que presentan dificultades en su bienestar emocional. De igual manera el sistema ofrecerá para cada variable relacionada con el bienestar emocional de los profesores una recomendación para que la institución pueda actuar y mejorar su condición, contribuyendo así con el proceso de enseñanza del docente y el proceso de aprendizaje del estudiante. Todas las recomendaciones desarrolladas tanto para estudiantes como docentes se describen en el Anexo 18, las cuales fueron avaladas por la psicóloga del colegio NGS, Pilar Forero y la fonoaudióloga de la institución, Maribel Diaz. Adicionalmente se desarrollaron una serie de diagramas para las diferentes recomendaciones de tal manera que la institución pueda integrar estos planes de acción a sus procesos (Anexo 18).

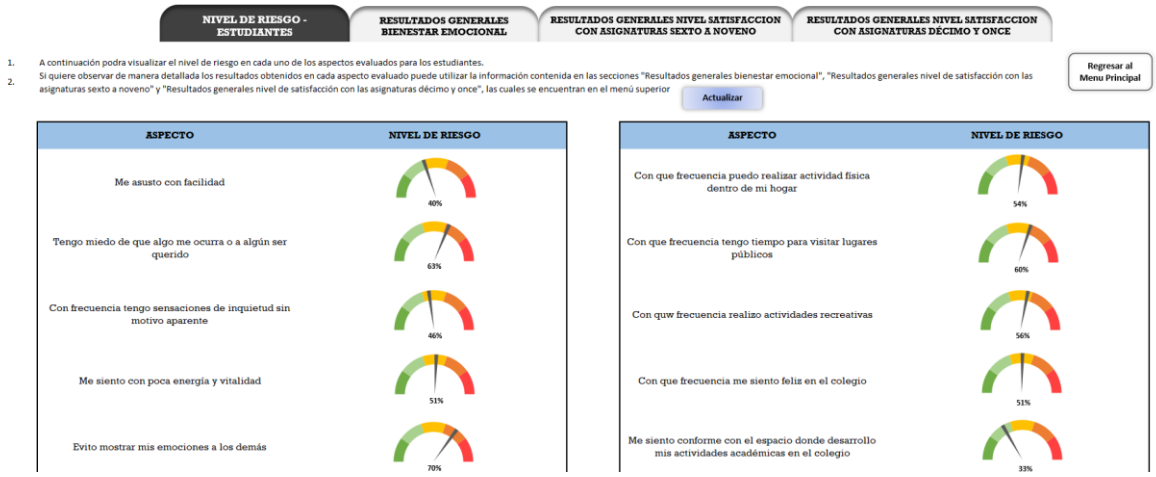
5.6. Diseñar un sistema de información que genere planes de acción considerando tanto el rendimiento académico como el nivel de bienestar emocional de estudiantes y profesores

El sistema de información desarrollado en el software Microsoft Excel tiene un menú principal donde el usuario tiene la opción de ingresar tanto datos de las variables que evalúan el bienestar emocional de estudiantes y docentes derivadas de las encuestas diseñadas que servirán de insumo para el sistema, (Anexo 19), así como los docentes que dictan determinada asignatura según el grado. Una vez ingresados los datos pueden volver al menú principal para seleccionar el tipo de información que quieren ver, todo esto a través de recuadros y botones que les permiten navegar a través del sistema.

El sistema de información desarrollado en el software Microsoft Excel tiene un menú principal donde el usuario puede importar de manera automática los datos de las encuestas que evalúan el bienestar emocional de estudiantes y docentes, al igual que la encuesta que permite identificar los profesores encargados de cada asignatura según el grado. Las encuestas mencionadas que sirven como insumo para todas las consultas que se pueden realizar con el sistema se encuentran desarrolladas en la herramienta de formularios de Google, lo cual permite que la institución puede compartir las encuestas a través de un enlace y una vez se recopilen todas las respuestas los resultados pueden ser importados haciendo uso de un solo botón situado en el menú principal.

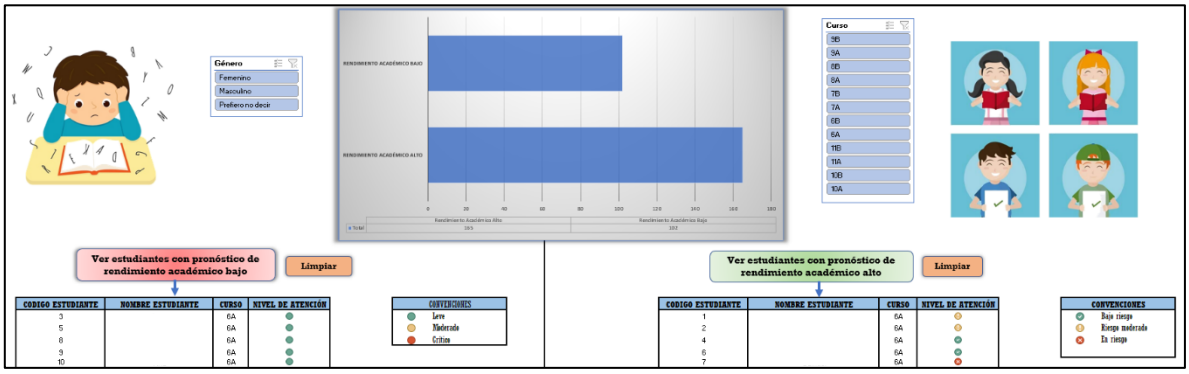
Cuando el sistema procesa los datos importados de los formularios de Google se puede acceder a la información tanto de estudiantes como de docentes a través de diferentes consultas. Algunas de las ilustraciones que se mostrarán a continuación ocultan el nombre los estudiantes y docentes para respetar la confidencialidad, lo cual se estableció desde el inicio del presente trabajo de grado como una restricción. En cuanto a los estudiantes se desarrolló un primer dashboard que presenta el nivel de riesgo que tienen los estudiantes del NGS con respecto a cada variable evaluada, a través de un gráfico que muestra el nivel de riesgo tanto a nivel porcentual como a través de una escala de colores para cada variable (Ilustración 2), donde valores cercanos al 100% o que superen la escala de color rojo indican que esta variable presenta un nivel de riesgo muy alto entre los estudiantes de la institución.

Ilustración 2. Sistema de información - Dashboard nivel de riesgo por variable



A partir del dashboard anterior se pueden identificar variables con alto nivel de riesgo sobre las que se quiera profundizar, lo cual se puede realizar a través de los dashboard denominados “Resultados generales bienestar emocional”, “Resultados generales nivel de satisfacción con asignaturas sexto a once” y “Resultados generales nivel de satisfacción con asignaturas décimo y once”, los cuales muestran de manera grafica la cantidad de estudiantes según la respuesta que manifestaron e incluso permite filtrar los resultados según género o curso, mejorando de esta manera la interpretación de los resultados. Por otro lado, se desarrolló una sección para presentar las predicciones del rendimiento académico de los estudiantes a partir de variables referentes a bienestar emocional, aquí se presenta un dashboard que indica la cantidad de estudiantes que fueron pronosticados con alto o bajo rendimiento, con la opción de filtrar por género o curso para obtener información más detallada. A su vez se dispusieron dos botones que tienen como finalidad mostrar la lista de estudiantes con pronóstico bien sea de alto o bajo rendimiento y para cada uno de ellos indica el nivel de atención que se le debe otorgar a través de alertas de color (Ilustración 3)

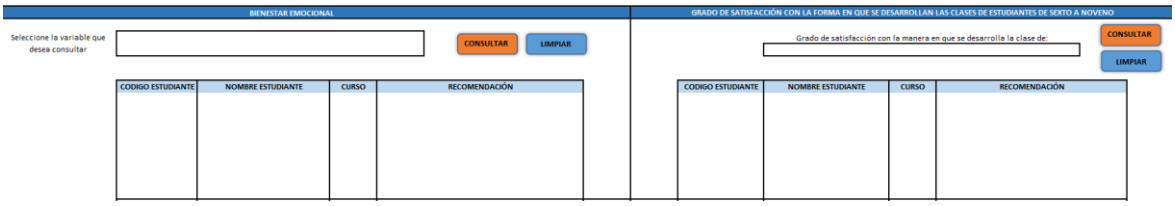
Ilustración 3. Sistema de información - Dashboard e informes sobre predicciones del rendimiento académico de estudiantes



Con el propósito de profundizar los resultados alcanzados con los pronósticos se diseñaron dos consultas que permiten obtener información sobre la situación de los estudiantes en cada variable. La primera, denominada “Informe individual de Estudiantes” permite ingresar el código de un estudiante y a partir de esto el sistema ofrece un informe detallado del estudiante, indicando sus datos, su pronóstico de rendimiento académico, los resultados alcanzados en cada variable y una alerta que indica la situación de estas, lo cual permite saber que aspecto debe ser atendido. La segunda sección denominada “Consultar estado de riesgo del estudiante por variable” permite conocer la lista de estudiantes que están en riesgo en una variable determinada o que manifiestan bajos niveles de satisfacción con alguna asignatura, para esto el usuario puede seleccionar de una lista desplegable la variable o asignatura que desea evaluar y con la ayuda de un botón puede realizar la consulta respectiva (Ilustración 4). Al realizar la consulta se obtiene la lista de estudiantes en

riesgo en determinada variable o asignatura y a su vez se presenta una recomendación que le indicará a la institución que ruta de acción tomar para atender a esos estudiantes. De igual manera se realiza una relación con el bienestar emocional de los docentes, donde a partir de la asignatura seleccionada el sistema evalúa el bienestar emocional de los docentes que la dictan e indica si es necesario revisar la situación de algún profesor para evitar que interfiera con el proceso de aprendizaje del estudiante.

Ilustración 4. Sistema de información - Consulta de estudiantes en riesgo por variable

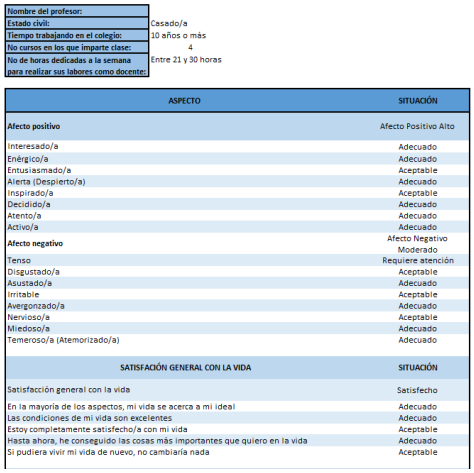


De esta manera con los códigos obtenidos en la sección de pronósticos se puede obtener un informe detallado por variable sobre un estudiante determinado y con la ayuda de la sección que proporciona las recomendaciones se puede establecer como atender al alumno según la variable en la que se encuentre en riesgo y así contribuir a un mejor nivel de bienestar emocional que le permita obtener resultados favorables en cuanto a su rendimiento académico.

El sistema de información desarrollado también permite obtener una visión sobre el bienestar emocional de los docentes del NGS para lo cual se realizaron diferentes dashboard e informes. En primer lugar, se tiene un dashboard a través del cual se puede controlar el nivel de riesgo que tienen los docentes del colegio con respecto a cada variable evaluada, para esto se tienen una serie de gráficos que permiten identificar claramente que variable requiere mayor atención, puesto que la mayoría de los docentes presenta resultados negativos, similar a como se presenta en estudiantes. Adicionalmente para profundizar en alguna variable que resulte con un nivel de riesgo alto se tiene un dashboard denominado “Resultados detallados-profesores”, el cual muestra la proporción de profesores que corresponde a cada nivel de afecto y satisfacción, es decir, un informe más detallado para cada variable. En segundo lugar, se desarrolló una sección que muestra, para cada variable que se seleccione de una lista desplegable, los profesores que se encuentran en riesgo. Además, el sistema proporciona, para los docentes que identifique en riesgo, una recomendación que le permita a la institución iniciar un plan de acción que contribuya al mejoramiento de la situación de sus profesores en la variable que se requiera.

Finalmente se desarrolló una sección en la cual se puede consultar de manera detallada la información relacionada con el nivel de bienestar emocional de un docente en específico, para lo cual solo se requiere de su código y el sistema ofrecerá los resultados alcanzados por el profesor en cada variable y en los aspectos que la componen al igual que indica la situación para cada uno de estos, por lo que se puede identificar para cada docente si alguna variable requiere atención o no (Ilustración 5), en otra palabras, este informe y sus alertas permiten realizar intervenciones más puntuales. Para mayor detalle sobre funcionamiento de cada una de las secciones descritas consulte el manual de uso del sistema de información que se encuentra en el anexo 22.

Ilustración 5. Sistema de información – Informe individual de profesores



Nombre del profesor:	
Estado civil:	Casado/a
Tiempo trabajando en el colegio:	10 años o más
No cursos en los que imparte clase:	4
No de horas dedicadas a la semana para realizar sus labores como docente:	Entre 21 y 30 horas

ASPECTO	SITUACIÓN
Afecto positivo	Afecto Positivo Alto
Interesado/a	Adecuado
Enérgico/a	Adecuado
Entusiasmado/a	Aceptable
Alerta (Despierto/a)	Adecuado
Inspirado/a	Aceptable
Decidido/a	Adecuado
Atento/a	Adecuado
Activo/a	Adecuado
Afecto negativo	Afecto Negativo Moderado
Tenso	Requiere atención
Disgustado/a	Aceptable
Asustado/a	Adecuado
Irritable	Aceptable
Avergonzado/a	Adecuado
Nervioso/a	Aceptable
Miedoso/a	Adecuado
Temeroso/a (Atemorizado/a)	Adecuado

SATISFACIÓN GENERAL CON LA VIDA	SITUACIÓN
Satisfacción general con la vida	Satisfecho
En la mayoría de los aspectos, mi vida se acerca a mi ideal	Adecuado
Las condiciones de mi vida son excelentes	Adecuado
Estoy completamente satisfecho/a con mi vida	Aceptable
Hasta ahora, he conseguido las cosas más importantes que quiero en la vida	Adecuado
Si pudiera vivir mi vida de nuevo, no cambiaría nada	Aceptable

El sistema de información desarrollado permite acceder a todas las secciones anteriormente mencionadas para cualquier periodo de tiempo en el cual la institución decida evaluar el bienestar emocional de los estudiantes y docentes y su incidencia en el rendimiento académico ya que lo único que se debe hacer es aplicar las encuestas correspondientes para posteriormente importar los resultados con un solo clic al sistema. Sin embargo, el sistema no solo permite realizar las consultas para los resultados mas actuales de las encuestas, sino que también ofrece la posibilidad de acceder a las consultas de periodos anteriores, para esto cuenta con la función de guardar una copia de los resultados mostrados por el sistema en un periodo determinado. De esta manera el sistema le permitirá al usuario seleccionar los resultados históricos que quiere consultar. En consecuencia, el sistema de información diseñado le permite a la institución realizar un seguimiento de la situación académica de los estudiantes y la situación emocional de los docentes y alumnos, así como de los planes de acción sugerido. En conclusión, el sistema permite comparar los resultados alcanzados en diferentes periodos de tiempo en cuanto a bienestar emocional y su incidencia en el rendimiento académico.

Es importante resaltar que el sistema maneja información sensible sobre los estudiantes y docentes por lo cual es imprescindible que solo personal autorizado tenga acceso a este, por lo cual el archivo fue protegido con una contraseña que solo será entregada a la rectora del NGS y será ella la que determine quién podrá acceder al sistema teniendo en cuenta la información que contiene y la debida confidencialidad que se le debe otorgar.

A partir de todo lo anteriormente comentado con respecto al diseño del sistema de información se puede evidenciar que este cumple con todos los requerimientos esperados ya que permite establecer la relación entre el rendimiento académico y el bienestar emocional de estudiantes a través de un modelo de regresión logística que permite predecir el rendimiento académico del alumno según su bienestar emocional, además vincula la situación emocional del docente al identificar si la baja satisfacción que reporta un estudiante con alguna asignatura involucra el hecho de que el profesor que la imparte tiene dificultades a nivel emocional. De igual manera, el sistema genera diferentes alertas y reportes sobre el estado emocional de docentes y estudiantes y el rendimiento académico de estos últimos, que sumado a una serie de recomendaciones facilita a la institución tener un plan de acción que mejore el bienestar emocional de estudiantes y docentes, contribuyendo a obtener resultados favorables en cuanto al rendimiento académico. De igual manera solo el personal autorizado tendrá acceso al sistema de información.

Aparte de las validaciones realizadas durante el desarrollo del sistema, se decidió evaluar el comportamiento del sistema ante conjuntos de datos de estudiantes con diferente tamaño, lo cual permite evaluar si la información, dashboard e informes son dinámicos y se adaptan a cualquier conjunto de datos nuevos que se ingrese. Los resultados de estas pruebas se resumen en la tabla 11.

Tabla 11. Resumen pruebas de rendimiento del sistema de información ante diferentes conjuntos de datos

Conjunto de datos	Funcionamiento de menús y botones		Funcionamiento de dashboard		Funcionamiento de informes		Funcionamiento de alertas	
	¿El sistema presentó fallas?		¿El sistema presentó fallas?		¿El sistema presentó fallas?		¿El sistema presentó fallas?	
	Si. ¿Cuál?	No	Si ¿Cuál?	No	Si ¿Cuál?	No	Si ¿Cuál?	No
Conjunto 1 (267 estudiantes).		X		X		X		X
Conjunto 2 (130 estudiantes).		X		X		X		X
Conjunto 3 (70 estudiantes).		X		X		X		X

A partir de las pruebas realizadas al sistema se logró evidenciar que este tiene un desempeño adecuado para diferentes conjuntos de datos, donde los dashboard, alertas e informes se ajustan a los datos que se ingresen, es decir son dinámicos, además de presentar diferentes validaciones a nivel interno que impiden al usuario realizar acciones tales como ver resultados sin ingresar datos, realizar consultas de códigos que no se encuentran en la base de datos, realizar consultas sin seleccionar la variable a consultar, entre otras. Por tal motivo se concluye que la institución puede utilizar el sistema en cualquier oportunidad y para cualquier conjunto de datos.

Finalmente se identificó si el sistema de información cumple con los estándares establecidos en la Norma ISO-9126 para evaluar la calidad de productos software, especialmente si satisface las características de funcionalidad, confiabilidad y usabilidad (Alfonzo, 2012). En cuanto a funcionalidad, el sistema es capaz de realizar todas las funciones para las que fue creado, ya que permite a partir del ingreso de una serie de datos mostrar de manera adecuada información, dashboard, alertas e informes sobre la situación emocional de estudiantes y docentes, además de presentar un pronóstico que relaciona esa situación emocional con el rendimiento académico de los estudiantes, sumado al hecho de que proporciona una serie de alertas y recomendaciones que permiten establecer un plan de acción para que el colegio pueda atender y contribuir a mejorar la situación emocional de docentes y estudiantes, lo cual permite a estos últimos obtener resultados académicos más favorables. En lo referente a la confiabilidad, el sistema es capaz de realizar todas sus funciones para cualquier conjunto de datos que sea utilizado como insumo puesto que cada una de las consultas se adapta a la cantidad de datos de la que se disponga o al periodo de tiempo del cual provienen, además el sistema cuenta con una serie de validaciones a nivel interno y material de apoyo con instrucciones (manual) que pretenden minimizar la aparición de inconvenientes debido a una incorrecta manipulación. Por último, en cuanto a la usabilidad, el sistema resulta ser de fácil manejo para el usuario, lo cual era una restricción, puesto que todas las funciones que implementa pueden ser ejecutadas a partir de botones y menús que facilitan al usuario la navegación a través del sistema, además la información que presenta el sistema es clara, fácil de interpretar y manipular, lo cual se comprueba a partir de los comentarios de la rectora del NGS con respecto al sistema, la cual indica que el sistema es practico, fácil de utilizar y sobre todo de gran utilidad para tomar medidas que mejoren el proceso de aprendizaje y enseñanza en la institución, lo cual mejora la calidad del servicio prestado (Anexo 20). De esta manera se concluye que el sistema cumple con las características de funcionalidad, confiabilidad y usabilidad de la Norma ISO-9126. El sistema de información desarrollado se encuentra en el Anexo 21. A su vez se dispone de un manual de uso para el sistema de información (Anexo 22), el cual detalla todas las funciones que incorpora el sistema y proporciona una serie de indicaciones que permitirán hacer un correcto uso del mismo.

5.7. Evaluar el costo/beneficio del sistema de información propuesto.

Impacto Financiero:

Para comprender el beneficio que tendría para la institución implementar el sistema de información desarrollado en el presente trabajo se realiza un análisis de costo-beneficio.

El sistema de información tiene una tasa de acierto del 74% en las clasificaciones que realiza acerca del rendimiento académico de los estudiantes, por lo tanto, el sistema permitirá al colegio NGS identificar como será el desempeño de un estudiante de secundaria a partir de su nivel de bienestar emocional, además podrá conocer si algún docente presenta dificultades a nivel emocional que estén afectando el proceso de aprendizaje de esos estudiantes con bajo desempeño académico. De esta manera el sistema suministra información que permita disminuir el numero de estudiantes con bajo rendimiento académico. En la tabla 12 se muestra el número de retiros de estudiantes por "perdida de año" o por "cambio de colegio", las cuales son la primera y tercera razón por la que se han retirado estudiantes en el NGS durante los últimos 5 años.

Tabla 12. Número de retiros de estudiantes en el NGS.

Número de estudiantes retirados NGS						
Motivo Retiro	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**Total**
Traslado de ciudad	5	9	13	5	7	39
Traslado de país	2	3	12	0	6	23
Cambio de colegio	14	15	14	1	2	46
Perdida de año	4	14	4	0	3	25
Pandemia	0	0	0	20	0	20
Total	25	41	43	26	18	

El sistema de información permitirá a la institución identificar y atender a aquellos estudiantes que se encuentren en situación de riesgo a nivel emocional y que por tanto puedan ver afectado su rendimiento académico, por lo cual será una herramienta útil para que la institución pueda contribuir a que sus estudiantes terminen el año de manera satisfactoria, permitiendo de esta manera que los alumnos continúen en el colegio al percibir resultados académicos positivos o al encontrar un gran valor agregado en el acompañamiento psicológico y emocional por parte de la institución. A partir del número de estudiantes que se han retirado durante los últimos 5 años se puede establecer que en promedio se retiran aproximadamente 14 estudiantes por año debido a cambio de colegio o perdida del año escolar. Se establece que con ayuda del sistema de información el colegio logra retener o evitar que sus estudiantes pierdan el año escolar en al menos un 40% (aproximadamente la mitad de lo que logra clasificar adecuadamente el sistema), por lo que la institución podría estar ahorrando un promedio de $46.385.940 anual debido a estudiantes que se retiran (Tabla 13).

Tabla 13. Beneficio implementación del sistema de información en el NGS.

Promedio de estudiantes que se retiran a causa de "Cambio de colegio" o "Pérdida de año"		**Promedio valor de la matricula por estudiante**	**Promedio valor anual de la pensión por estudiante**	**Total**
100%	40%			
14	5	$ 3.000.000	$ 6.277.188	$ 46.385.940

Por otro lado, en cuanto a los costos se establece que se requiere la colaboración de un ingeniero de sistemas que pueda pulir el sistema de información generado en este trabajo, e incluso desarrollarlo en alguna otra plataforma que no requiera la compra de licencias ya que el colegio no considera invertir en este tipo de aspectos. Asumiendo que el ingeniero de sistemas contratado podría llegar desarrollar el sistema de información en aproximadamente dos semanas (6 días por semana) dedicando 8 horas diarias y considerando un costo por hora de $45.000, el costo total de la realización del sistema seria de $4.320.000. A partir de estos costos el colegio tendría que realizar una inversión de $4.320.000 para el desarrollo del sistema, sin embargo,

con su implementación estaría ahorrando $42.065.940 el primer año y $46.385.940 en adelante, lo cual deriva de evitar la salida de un 40% de los estudiantes que abandonan en promedio el colegio debido a perdida de año o cambio de colegio.

Es importante resaltar que incluso si el colegio no decidiera hacer la inversión en un ingeniero de sistemas, podrían hacer uso del sistema de información desarrollado en este trabajo el cual resulta completamente funcional, permitiendo cumplir con el propósito de identificar la situación tanto académica de los estudiantes como emocional de alumnos y docentes para tomar medidas de manera oportuna a partir de una serie de recomendaciones.

6. Limitaciones, conclusiones y recomendaciones. Extensión máxima 1000 palabras.

- Las instituciones educativas tienen como prioridad ayudar a que sus estudiantes obtengan resultados académicos satisfactorios por lo cual estructuran sus procesos de tal manera que puedan hacer seguimiento a la situación académica y así identificar alumnos con bajo rendimiento académico, para los cuales se generan estrategias que mejoren su aprendizaje, sin embargo, este enfoque provoca que no se le otorgue la debida importancia a dimensiones ajenas a la académica, como es el caso del bienestar emocional de los estudiantes. Se identificó que el bienestar emocional de los estudiantes incide en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y el proceso de enseñanza de los docentes, por lo cual es necesario realizar una evaluación continua que permita identificar dificultades a nivel emocional que puedan provocar una disminución en el rendimiento académico.
- La evaluación del bienestar emocional y el rendimiento académico debe realizarse de manera conjunta, ya que situaciones de riesgo a nivel emocional tanto en estudiantes como docentes puede afectar el desempeño académico de los alumnos. Por lo tanto, lo ideal es que la evaluación del bienestar emocional se desarrolle antes de que un estudiante obtenga resultados académicos negativos o que manifieste problemas de comportamiento críticos ya que en este punto la única alternativa que se tiene es la de corregir, sin embargo, si el bienestar emocional se evalúa de manera periódica se puede obtener un panorama sobre el estado en el que se encuentra el estudiante y actuar para evitar que la situación de riesgo avance y que por tanto se obtengan resultados negativos, es decir, adoptar como estrategia la prevención.
- La implementación de modelos matemáticos, en este caso una regresión logística, permite a una institución educativa establecer una relación entre el bienestar emocional y el rendimiento académico de los estudiantes proporcionando la posibilidad de predecir como será el desempeño académico de un estudiante a partir de su situación emocional, encontrando modelos que incluso llegan a predecir con tasas de acierto considerables, como el presente estudio donde se logra un porcentaje del 74% para el modelo seleccionado, lo cual es de gran utilidad para una institución puesto que pueden identificar de manera clara los estudiantes que requieren atención.
- Si bien una de las prioridades en una institución educativa es el bienestar de los estudiantes, resulta importante destinar recursos a los docentes ya que estos tienen un papel fundamental en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, por lo cual si el docente presenta dificultades a nivel emocional su proceso de enseñanza podría verse afectado, incidiendo de igual manera sobre sus estudiantes. Además, es de vital importancia para una organización proporcionar condiciones adecuadas para que su personal logre desarrollar sus actividades de la mejor manera posible, esto sin contar con el alto nivel de satisfacción que puede experimentar un empleado al percibir que el lugar donde labora muestra interés por procurar su bienestar.
- El modelo de regresión logística desarrollado se limita al uso de las variables que derivan de las escalas seleccionadas para evaluar el bienestar emocional de los estudiantes, por lo cual la inclusión de nuevas variables requiere reestructurar el modelo, lo cual resulta relevante para investigaciones futuras que pretendan profundizar en la relación establecida con este estudio entre el bienestar emocional de estudiantes y su rendimiento académico.
- El modelo de regresión generado se limita a estudiantes de secundaria (sexto a once), por lo cual los resultados, ajuste y rendimiento del modelo no son aplicables a estudiantes de primero a quinto grado.

Referencias

Adnan, M., & Anwar, K. (2020). Online Learning amid the COVID-19 Pandemic: Students' Perspectives. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, 45-51.

Aldunate, C., Montenegro, A., Montt, M., Strasser, K., & Turner, P. (2020). Instrumento para medición de condiciones socioemocionales. Chile.

Alfonzo, P. (2012). *Revisión de modelos para evaluar la calidad de productos Web. Experimentación en portales bancarios del NEA.* Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/19878/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barraza, A., & Ortega, F. (2009). Satisfacción laboral en instituciones formadoras de docentes. Un primer acercamiento. *Diálogos Educativos*, 4-17.

Benavides Scarpetta, J. S., Cuadros Cardenas, N. S., & Hernandez Paez, W. E. (2020). *Desarrollo de una aplicación para docentes y acudientes empleando analítica de datos, códigos QR y Robocall´s enfocada al seguimiento estudiantil.* Bogotá. Obtenido de http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9467

Beyerlei, S. W., Schlesinger, M., & Apple, D. K. (2007). Introduction to Process Education. *Pacific CRest Faculty Development Series*, 193-196. Recuperado el Marzo de 2021, de http://www.pcrest.com/research/2_3_1%20Introduction%20to%20Process%20Education.pdf

Birren, J. E. (2007). *Encyclopedia of Gerontology.* California, EE.UU.: Elsevier Inc.

Bisquerra, R. (2008). *Educación para la ciudadania y convivencia.* Wolters Kluwer Educación.

Brooks, S. K., Webster, R. K., Smith, L. E., Woodland, L., Wessely, S., Greenberg, N., & Rubin, G. J. (2020). The psychological impact of quarantine and how to reduce it: Rapid review of the evidence. *The Lancet*, 912-920.

Cabanach, R., Souto-Gestal, A., & Franco, V. (2016). Escala de estresores académicos para la evaluación de los estresores académicos en estudiantes universitarios. España.

Camarero Rioja, L., Almazán Llorente, A., & Mañas Ramirez, B. (2015). *Regresión Logística: Fundamentos y aplicación a la investigación sociológica.* Departamento de sociología I, UNED.

Cañadas Reche, J. L. (2013). *Regresion Logística. Tratamiento computacional con R (Tesis de Maestria).* Universidad de Granada.

Casassus, J. (2006). *La educación del ser emocional* (Primera ed.). México: Universidad virtual del Instituto Tecnológico de Monterrey. Ediciones Castillo.

CEPAL - UNESCO. (2020). *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19.* CEPAL, UNESCO.

Cerda Gamal, A., Salazar Yasna, S., Guzmán, C., & Narváez, G. (2018). Impacto de la convivencia escolar en el rendimiento académico, desde la percepción de estudiantes con desarrollo típico y necesidades educativas especiales.

Chadwick, C. (1979). Teorías del aprendizaje y su implicancia en el trabajo en el aula. *Revista de Educación*.

Cisneros, M. A., & Amelia, S. (2020). Impact of virtual classes on the university students in the context. *Propósitos y Representaciones*.

Denegri, M., García, C., & González, N. (2015). Definición de bienestar subjetivo en adultos jóvenes profesionales chilenos. Un estudio con redes semánticas naturales. *Revista CES Psicología*, 77-97.

Diener, E., Emmons, R., Larsen, R., & Griffin, S. (1985). The Satisfaction with Life Scale. *Journal of Personality Assessment*, 71-75.

Diener, E., Suh, E. M., Lucas, R. E., & Smith, H. L. (1999). Subjective well-being: Three decades of progress. *Psychological Bulletin*, 276-302.

Dueñas Rodriguez, M. Á. (2011). *Modelos de respuesta discreta en R y aplicacion con datos reales (Trabajo de Máster).* Universidad de Granada.

Elige Educar. (19 de 05 de 2020). *Situación de docentes y educadores en contexto de pandemia: reporte de resultados.* Obtenido de https://eligeeducar.cl/content/uploads/2020/08/Resultados_EncuestaEEcovid_web_rev-1.pdf

García Jiménez, M., Alvarado Izquierdo, J., & Jiménez Blanco, A. (2000). La predicción del rendimiento académico: regresión lineal versus regresión logística. Oviedo, España.

García Viniegras, C. R., & González Benítez, I. (2000). La categoria Bienestar Psicológico: Su relación con otras categoría sociales. *Revista Cubana de Mediciana General Integral*, 586-592.

Gendron, B., & Lafortune, L. (2009). *Leadership et compétences émotionnelles. Dans l'accompagnement au changement.* Canada: Presses de I'Université du Québec.

González, Z. (2015). *La emoción, motor para el aprendizaje.* Uruguay: Comunidad de Educadores para la Cultura Científica. Iberoamérica divulga. IBERCIENCIA.

Grasso Imig, P. (2020). Rendimiento academico: un recorrido conceptual que aproxima a una definición unificada para el ambito superior. *Revista de Educación*, 87-102.

Grimaldo, M. (2010). Adaptación de la escala de calidad de vida de olson & barnes para profesionales de la salud. *Escuela Profesional de Psicología*, 1-20.

Habilmind. (2020). *Screening del Bienestar Emocional, Informe individual para familias.*

Kapasia, N., Paul, P., Roy, A., Saha, J., Zaveri, A., Mallick, R., . . . Chouhan, P. (2020). Impact of lockdown on learning status of undergraduate and postgraduate students during COVID-19 pandemic in West Bengal, India. *Children and Youth Services Review*.

Marconi, L. (2018). La importancia de las emociones en la educación. Muchas razones para que directivos, docentes y alumnos conozcan sus emociones y puedan vivir una formación significativa y de bienestar. En J. C. Durand, F. T. Daura, C. Sanchez Agostini, & M. S. Urrutia, *Las neurociencias y su impacto en la educación: VIII Jornadas Académicas* (pág. 257). Buenos Aires: Escuela de Educación, Universidad Austral.

Morales, P., & Rodriguez, L. (28 de 03 de 2016). *Aplicación de los coeficientes correlación de Kendall y Spearman.* Recuperado el 02 de 11 de 2020, de http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2016/agro8.pdf

Muñoz Umaña, C. (2007). Perspectiva psicológica del bienestar subjetivo. *Psicogente*, 163-173.

Olson, D., & Barnes, H. (1982). Calidad de vida.

Palma Delgado, G. M., & Barcia Briones, M. F. (2020). El estado emocional en el rendimiento académico de los estudiantes en Portoviejo, Ecuador. *Dominio de las ciencias*, 72-100.

Párraga, K. L., & Escobar, G. R. (2020). Estrés Laboral en docentes de educación básica por el cambio de modalidad de estudio presencial a virtual. *Revista Científica Yachasun*.

Salcedo Poma, C. M. (2002). *Estimación de la ocurrencia de incidencias en declaraciones de pólizas de importación (Tesis de pregrado).* Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.

Sanchez Vizcaíno, G. (2000). Regresion Logística. En T. Luque Martínez, *Técnicas de análisis de datos en investigación de mercados* (págs. 431-468). Ediciones Pirámide.

Sprang, G., & Silman, M. (2013). Posttraumatic stress disorder in parents and youth after health-related disasters. *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*, *7*(1), 105-110.

Tejedor, F. J. (1998). Los alumnos de la Universidad de Salamanca. Caracteristicas y rendimiento académico. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.

Topa, G., Lisboa, A., Palaci, F., & Alonso, E. (2004). La relación de la cultura de los grupos con las satisfacción y el compromiso de sus miembros: un análisis multi-grupo. *Psicothema*, 363-368.

Torres González, C., Galindo-Aldana, G., García León, I., Padilla-López, L., Alvarez Núñez, D., & Espinoza Gutiérrez, Y. (2020). COVID-19 voluntary social isolation and its effects in sociofamily and children's behavior. *Salud Mental*, 263-271.

Visbal Cadavid, D. A. (2019). *Análisis del rendimiento academico de los estudiantes de la universidad del Magdalena segun variables socioeconómicas y familiares.* Tesis de Máster, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia.

Watson, D., Clark, L. A., & Tellegen, A. (1988). Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1063-1070.