



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE ESMERALDAS**

ESCUELA

INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

INFORME DE ESTUDIO DE CASO

Tema:

**CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES PARA PROFESORES Y
ESTUDIANTES DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
DEL ECUADOR SEDE ESMERALDAS**

Previo a la obtención del título de Ingeniero de Sistemas y Computación

Autor:

León Cedeño Jaime Oswaldo

Asesor:

MSc. Cedeño Rodríguez Guillermo Augusto

Esmeraldas – Ecuador
Diciembre 2015

AUTORÍA

Yo, Jaime Oswaldo León Cedeño, portador de la cédula de ciudadanía N° 0802529966, declaro que la presente investigación enmarcada en el actual trabajo de estudio de caso es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

Jaime Oswaldo León Cedeño

AUTOR

Disertación aprobada luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de grado de la PUCESE, previa a la obtención del título de Ingeniero en Sistemas y Computación.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

LECTOR 1

LECTOR 2

DIRECTOR DE ESCUELA

DIRECTOR DE TESIS MSC. GUILLERMO CEDEÑO

FECHA: _____

Índice.

1. Resumen.....	i
2. Abstract.....	ii
3. Justificación.....	1
4. Objetivos.....	3
4.1. Objetivo general.....	3
4.2. Objetivos específicos.....	3
5. Caso.....	4
5.1. Control de Asistencia de Profesores y Estudiantes.....	5
5.2. Metodología.....	7
5.3. Población.....	8
5.4. Muestras.....	9
5.5. Análisis e interpretación de los datos.....	12
5.5.1. Población N° 1.....	13
5.5.2. Población N° 2.....	17
5.5.3. Población N° 3.....	23
6. Propuesta de intervención.....	28
6.1. Dispositivo lector de huella dactilar.....	29
6.2. Sistema propuesto.....	30
6.3. Representación del sistema en un Modelo y Notación de Procesos de Negocio. 35	
6.4. Funcionamiento del sistema.....	38
6.5. Casos de uso.....	39
6.6. Diseño lógico de la base de datos.....	45
6.7. Diseño físico de la base de datos.....	47
6.8. Diseño de la interfaz gráfica del sistema.....	49
6.9. Conclusiones.....	51
6.10. Recomendaciones.....	52
7. Referencias.....	54
8. Anexos.....	59
8.1. Encuesta director de escuela.....	59
8.2. Encuesta docente.....	60
8.3. Encuesta estudiante.....	61

Índice de tablas.

Tabla I: Participantes de la investigación	9
Tabla II: Niveles de confianza	11
Tabla III: Escala coeficiente de correlación	13
Tabla IV: Estadísticas de fiabilidad (Directores).....	14
Tabla V: Frecuencias estadísticas Puntualidad (Directores).....	15
Tabla VI: Frecuencias estadísticas Forma (Directores)	15
Tabla VII: Frecuencias estadísticas Conveniente (Directores).....	16
Tabla VIII: Correlaciones bivariadas de Pearson (Directores).....	16
Tabla IX: Frecuencias estadísticas Cumplimiento (Directores)	17
Tabla X: Frecuencias estadísticas Controla (Directores).....	17
Tabla XI: Estadísticas de fiabilidad (Docentes)	17
Tabla XII: Frecuencias estadísticas Puntual (Docentes tiempo completo).....	18
Tabla XIII: Frecuencias estadísticas Puntual (Docentes medio tiempo)	18
Tabla XIV: Frecuencias estadísticas Puntual (Docentes por hora).....	19
Tabla XV: Frecuencias estadísticas Momento (Docentes tiempo completo)	19
Tabla XVI: Frecuencias estadísticas Momento (Docentes medio tiempo).....	19
Tabla XVII: Frecuencias estadísticas Momento (Docentes por hora)	20
Tabla XVIII: Frecuencias estadísticas Herramienta (Docentes tiempo completo).....	20
Tabla XIX: Frecuencias estadísticas Herramienta (Docentes medio tiempo)	20
Tabla XX: Frecuencias estadísticas Herramienta (Docentes por hora)	21
Tabla XXI: Frecuencias estadísticas Conveniente (Docentes tiempo completo)	21
Tabla XXII: Frecuencias estadísticas Conveniente (Docentes medio tiempo).....	21
Tabla XXIII: Frecuencias estadísticas Conveniente (Docentes por hora)	22
Tabla XXIV: Correlaciones Bivariadas de Pearson (Docentes tiempo completo)	22
Tabla XXV: Correlaciones Bivariadas de Pearson (Docentes medio tiempo)	22
Tabla XXVI: Correlaciones Bivariadas de Pearson (Docentes por hora)	22
Tabla XXVII: Frecuencias estadísticas Controla y Reporte (Docentes tiempo completo)	23
Tabla XXVIII: Frecuencias estadísticas Controla y Reporte (Docentes medio tiempo)	23
Tabla XXIX: Frecuencias estadísticas Controla y Reporte (Docentes por hora)	23

Tabla XXX: Estadísticas de fiabilidad (Estudiantes)	24
Tabla XXXI: Frecuencias estadísticas Asistencia (Estudiantes)	25
Tabla XXXII: Frecuencias estadísticas Inicio (Estudiantes)	25
Tabla XXXIII: Frecuencias estadísticas Hora (Estudiantes)	25
Tabla XXXIV: Frecuencias estadísticas Fin (Estudiantes).....	26
Tabla XXXV: Frecuencias estadísticas Reporte (Estudiantes).....	26
Tabla XXXVI: Correlaciones bivariadas de Pearson (Estudiantes)	27
Tabla XXXVII: Frecuencias estadísticas Puntal (Estudiantes)	27
Tabla XXXVIII: Frecuencias estadísticas Conveniente (Estudiantes)	27
Tabla XXXIX: Comparación de la biometría con técnicas tradicionales.....	28
Tabla XL: Sistemas biométricos	29
Tabla XLI: Elementos BPMN	36
Tabla XLII: Constantes para aspectos de costes.....	43

Índice de figuras.

Figura 1: Captura, codificación, plantilla y vectorización de una huella dactilar	30
Figura 2: SAMS	31
Figura 3: Equipo Ceres H8	32
Figura 4: Secugen Hamster Plus	33
Figura 5: Sensor de huella digital	34
Figura 6: BPMN.....	37
Figura 7: Diagrama de Red del Sistema de control de asistencia a las aulas	38
Figura 8: Caso de uso Director de Escuela	40
Figura 9: Caso de uso Profesores.....	41
Figura 10: Caso de uso Estudiantes	42
Figura 11: Modelo lógico de la base de datos	46
Figura 12: Modelo físico de la base de datos.....	48
Figura 13: Interfaz gráfica del Director de Escuela	49
Figura 14: Interfaz gráfica del Docente	50
Figura 15: Interfaz gráfica del Estudiante.....	51

1. Resumen.

El presente estudio de caso indaga sobre los controles de asistencias que se realizan en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas, hacia los docentes y estudiantes. En el inicio y fin de las horas de clases, mediante un análisis prospectivo, que determinó el método más idóneo que la universidad puede utilizar. Donde los profesores y alumnos pueden realizar sus registros de asistencias de forma más segura y veraz, para lo cual se establece una fundamentación teórica referente a diferentes métodos de control de asistencia.

Se utiliza como fuentes de información; artículos científicos, libros digitales, artículos y noticias web, entre otros. Las poblaciones en las que se levanta información mediante una encuesta como instrumento de investigación son: los directores de escuela, los docentes a tiempo completo, a medio tiempo y por horas, y a los estudiantes de la universidad que están entre los niveles de primero a noveno semestre. A estas dos últimas poblaciones se saca una muestra, debido a que sobrepasan los 40 individuos.

Finalmente, se determina que es conveniente que la universidad utilice un sistema automatizado para el control de la asistencia de profesores y estudiantes, con un dispositivo biométrico colocado en cada aula y laboratorio donde se imparte clases.

2. Abstract.

This case study investigates assists controls carried out at the Pontifical Catholic University of Ecuador Esmeraldas Headquarters, to teachers and to students. At the beginning and end of the school day, using a prospective analysis, which determine the best method that the university can use. Where teachers and students can make their attendance records more secure and truthfully, for which a theoretical foundation regarding different methods of establishing control systems.

It is used as information sources; scientific articles, e-books, articles and web news, among others. The populations in which information is lifted by a survey as a research tool are school principals, teachers, full-time, part-time and hourly, and college students who are among the first to ninth levels semester. These last two populations a sample is removed because exceed 40 individuals.

It is determined that it is desirable that the university uses an automated system to control the attendance of teachers and students, with a biometric device placed in each classroom and laboratory where classes are held.

3. Justificación.

Controlar la asistencia de los docentes y los estudiantes a las aulas o a los laboratorios, generará que en ambos casos la puntualidad sea respetada, considerando 10 minutos máximo de gracia, tanto al inicio como al final de la hora clases, asegurando que el principio y el termino de cada hora de clases sea según la indicada en el horario, no permitiendo irregularidades, puesto que la hora de llegada al aula tanto del docente como de los estudiantes quedará registrada en el sistema y esto apoyará al control de la asistencia de docentes y estudiantes.

En el Art. 23, párrafo B del Reglamento de Profesores de la PUCESE menciona que los docentes deben “Asistir puntualmente a sus tareas y cumplir el tiempo señalado para ellas, según los horarios y en los sitios señalados para el efecto; y cumplir con la dedicación de tiempo establecida en su contrato”. Complementando con el Art. 44 del Reglamento General de Estudiantes, que señala que:

La asistencia puntual a clases y a otras actividades es obligatoria y la inasistencia injustificable. Es facultad del profesor permitir que un estudiante ingrese al aula diez minutos después de la hora oficial del inicio de clase, sin que esto sea computado como inasistencia, aunque esto de ninguna manera significa que el estudiante tiene derecho a llegar con 10 minutos de retraso. Un atraso mayor de diez minutos se computa como inasistencia a esa hora de clase, pero el estudiante deberá ser admitido a la segunda hora en caso de tener dos horas seguidas de clase.

El control de asistencia a clases se lo puede utilizar para saber si los docentes aparte de llegar a la universidad a su hora establecida, se dirigen a las aulas con esa misma puntualidad o no, cada estudiante deberá registrar su asistencia a clases y será responsable de su registro. En el caso de registrar su asistencia y retirarse del aula antes del fin de la hora según sea lo permitido, deberá solicitar el permiso correspondiente al profesor, caso contrario, será considerado como una irregularidad.

Esto garantizará la identificación de profesores y alumnos evitando cualquier tipo de anomalía en el momento del registro en el sistema, el cual estará en cada aula y laboratorio que utilicen los docente para dar las clases, las horas con registro de retraso de los estudiantes quedarán como inasistencia y al final el docente podrá hacer uso de esto para reportar al o los estudiantes que se pasaron de las horas de faltas permitidas y así hacer cumplir con el reglamento de la PUCESE, en caso de no existir el reporte de faltas por parte del maestro o en caso de tener sospecha de la alteración del mismo, la autoridad a cargo podrá revisar en el sistema, la asistencia tanto del docente como de los estudiantes y proceder según sea el caso.

Este sistema en el caso de los maestros será independiente del sistema biométrico que registra su llegada a la universidad, puesto que esto no garantiza de ninguna manera que su hora de llegada a las aulas sea puntual y en el caso de los estudiantes garantizará que se registrará la hora exacta de su llegada a clases.

4. Objetivos.

4.1. Objetivo general.

Desarrollar un estudio sobre el control de asistencia para docentes y estudiantes de la PUCESE, mediante análisis prospectivo, para constatar la puntualidad al inicio y fin de la clase en cada materia.

4.2. Objetivos específicos.

- Recopilar la fundamentación teórica en lo referente a métodos de control de asistencia de profesores y estudiantes a las aulas de clases.
- Identificar el proceso de control de asistencia de los profesores y estudiantes a las aulas de clases de la PUCESE.
- Comparar diferentes formas para llevar el control de la asistencia y cumplimiento de las horas de clases de los docentes y estudiantes.
- Hallar el método más idóneo para que en la PUCESE los profesores y estudiantes puedan realizar y dar seguimiento al registro de sus asistencias a las clases.

5. Caso.

En la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas (PUCESE) el manejo y control de la asistencia de los estudiantes es estrictamente llevado por el docente a cargo de su materia, de igual manera el registro de los profesores está principalmente controlado por la universidad, mas no hay un control que verifique si el maestro a pesar de ya estar en la institución llegue a la hora que le corresponde, el control de los profesores se basa en sus horas diarias y es controlado por un sistema biométrico que es aplicado a todos los empleados de la universidad.

El sistema biométrico controla el total de horas trabajadas diarias y al final del mes los profesores tienen que tener un número total de horas según sea el caso, ya sea profesores a tiempo completo o a medio tiempo. Esto no garantiza que el docente esté cumpliendo o no sus horas dando clases, ni mucho menos con qué estudiantes está en el aula, para esto último, el único documento con el que se cuenta es el registro de asistencia de los propios docentes hacia los estudiantes.

Teniendo en cuenta esto, puede ser que algunos de los docentes no tomen la respectiva asistencia a los estudiantes, ya sea por diferentes motivos como: un pequeño número de estudiantes, por el hecho de conocerlos a todos, o porque simplemente no quiere, etc. Por tanto, el registro de asistencia de los estudiantes está sujeto a la voluntad del profesor.

La mayoría de profesores exigen mucha puntualidad de los estudiantes y ellos de igual manera exigen lo mismo, pero muchas veces son los maestros los que fallan con esa puntualidad, los motivos pueden ser que tienen una hora diferente en el reloj en relación al de los alumnos, o el reloj del hall está adelantado o atrasado, etc., situación en la que los estudiantes muchas veces salen perjudicados y no existe una prueba contundente con la que puedan reclamar, y sólo hay supuestos de ambas partes.

Puede darse el caso que existan estudiantes que por tener una buena amistad con un profesor o por excusa de que trabajan, se les permitan faltar mucho, y en ocasiones a

pesar de haber faltado más de lo permitido, estos estudiantes aprueban la materia. La PUCESE ofrece carreras de tercer nivel de carácter presencial y no a distancia en donde el alumno tanto como el maestro debe cumplir con horarios y se debe tomar una medida para evitar injusticias de ambas partes.

5.1. Control de Asistencia de Profesores y Estudiantes.

Universia España (2010), indica que Hita Enrique, defensor universitario de la Universidad de Granada, propuso en el informe que elabora cada año, que se realicen controles a los profesores que garantice sus asistencias, esto en otros centros ya ha sido tomado y los docentes son obligados a llenar una hoja de asistencia, lo cual ha mejorado el cumplimiento de las obligaciones de los profesores.

Este tipo de control se lo implementó en la PUCESE, en donde existe en la Dirección de Escuela un leccionario donde los maestros registran sus horas, aclarando que ellos mismo son los que colocan su hora de inicio y fin.

Los estudios de Carlos Ruiz de Teresa (s.f.) proponen un proyecto de control de asistencia para maestros y alumnos en las escuelas del sector educativo nacional en México, que establece que se debe utilizar un lector de huellas digital y que cada docente cargará la descripción de la huella digital en el dispositivo lector, este dispositivo será portable para que lo puedan conectar en cualquier computador y así registren el inicio y el fin de su jornada laboral.

La PUCESE cuenta con un sistema biométrico que cumple la misma función básica que la propuesta de Carlos Ruiz, con la diferencia que en la Universidad solo existe un dispositivo biométrico donde todos los docentes tienen que acercarse, mientras que Carlos Ruiz propone que cada maestro tenga su propio dispositivo.

Johanna Sandoval y Rosa Sigüenza en el 2011, desarrollaron un sistema de control de asistencia de personal docente y administrativo con el que se registran con un usuario y contraseña, parecido al sistema biométrico de la PUCESE, puesto que ambos registran la asistencia solo a la institución y no a las aulas o laboratorios, el sistema desarrollado por las investigadoras antes señaladas, genera reportes, crea, modifica y elimina

empleados, gestiona cargos, horarios y permisos, crea y modifica horarios, ingresa vacaciones y permisos, justifica faltas, etc., éstas son las principales funciones de AsisControl que es el nombre que le dieron al sistema.

El sitio web de 20 minutos (2010) publica que dos estudiantes de la Universidad Católica San Antonio de Murcia, Daniel Alarcón y Alfonso Palazón, alumnos de Telecomunicación e Informática, presentaron como trabajo final de carrera un sistema de control de asistencia de docentes y estudiantes en el cual utilizan tecnología de identificación por radiofrecuencia o RFID.

Para Egomexico (s.f.) RFID o Identificación por Radio Frecuencia es:

Es una tecnología de identificación remota e inalámbrica en la cual un dispositivo lector o reader vinculado a un equipo de cómputo, se comunica a través de una antena con un transponder (también conocido como tag o etiqueta) mediante ondas de radio.

El sistema consiste en que cada profesor y alumno porta una tarjeta de identificación la cual es leída automáticamente por la antena ubicada en la entrada del aula, sin necesidad de que los usuarios la acerquen al dispositivo, el sistema cuenta con un software que se encarga de elaborar los informes de asistencia, este control de asistencia se lo implementó en algunas de las aulas de la misma universidad, el cual ha sido aceptado positivamente por los usuarios.

La PUCESE no cuenta en este tipo de tecnología y mucho menos para hacer un control de asistencia de docentes y estudiantes, no existe un sistema que controle que los maestros estén puntualmente en las aulas. Y para los estudiantes, son los profesores los encargados de tomar la asistencia, en algunos casos, hay docentes que llevan el control en hojas mientras que otros utilizan las computadoras elaborando cuadros en hojas de cálculo o en editores de texto.

Velia Trias (2013) indica que el Reino Unido ha implementado un sistema de control de asistencia para los estudiantes de las instituciones educativas llamado SAMS (Student Attendance Management System). Este sistema cuenta con un dispositivo lector de huella digitales, un panel de control y permite gestionar cualquier tipo de información

sobre el estudiante, de tal manera que se puede tener información del alumno de manera instantánea.

Si el mencionado sistema detecta algún retraso o extravío, este inmediatamente informa en tiempo real al personal administrativo para que a su vez hagan las diligencias respectivas, es decir, que el sistema sabe en cada momento dónde se encuentran los estudiantes monitorearlo según en el evento y lugar en que hizo el último registro, y como es un sistema basado en la nube, se puede acceder a él desde cualquier dispositivo con conexión a internet.

La Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra UPSA (2015) notició en su sitio web que se usará un control electrónico de asistencia a clases, con un dispositivo lector de huella digital en cada aula, cada estudiante debe portar consigo el carnet de identificación para poder registrar la asistencia en caso de tener problema con el sistema. Los estudiantes solo podrán marcar su asistencia después de que el docente marque la suya, caso contrario, cualquier tipo de registro no constará en el sistema.

Punto Flotante S.A. (s.f.) publicó un trabajo de John Levendis y Mehmet F. dice que consiste en un sistema de control de asistencia para estudiantes, cada docente debe tener un dispositivo lector RFID-USB de 13.56 Mhz y una hoja de Excel programada con macros de Visual Basic para aplicaciones o VBA, los alumnos deben portar un Tag RFID con el cual al pasarlo por el lector del RFID del maestro, quedará registrada la asistencia con nombre, fecha y hora del estudiante.

Muchos de los profesores de la PUCESE hacen uso de Excel u otras herramientas parecidas para llevar su control de asistencia y de notas en mucho de los casos, pero sin los dispositivos RFID, todos los profesores que utilizan estas herramientas informáticas hacen el registro y control de forma manual y nombrando a cada estudiante de la lista para verificar si asistió o no a la clase.

5.2. Metodología.

Se realizó una investigación descriptiva, puesto que se analizó la problemática de estudio conociendo de manera detalla sus características, según Manuel Galán (2012)

“su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables”, por lo que se hizo un análisis de los resultados obtenidos.

También se utilizó el método analítico – sintético, con el cual se analizó los datos obtenidos del estudio y se realizó una síntesis de los mismos. Con el método estadístico se representó gráficamente las tabulaciones y se infirió sobre los resultados obtenidos.

Esta investigación fue cuantitativa, dado que se aplicaron pruebas estadísticas para saber cuáles fueron los intereses de una determinada población, según Andrés Hueso y M^a Josep Cascant (2012) este tipo de investigación estudia a cierto número de sujetos de una población, es decir una muestra, con la cual se puede hacer una idea de cómo es la población en conjunto.

La investigación documental permitió describir el estudio realizado sobre el control de asistencia de docentes y estudiantes a las aulas y laboratorios. Las referencias conceptuales sobre el estudio indicado, se aplicó a través de fuentes tales como: artículos científicos, libros digitales, artículos y noticias web, entre otros. Se elaboró el marco teórico del Estudio de Caso, las referencias de los autores de las diferentes fuentes de investigación fueron citadas bajo las normas APA 6^{ta} edición.

La toma de los datos se realizó a través de encuestas, las mismas que fueron digitalizadas a través de la aplicación de herramientas informáticas, tales como: Formularios de Google, hoja de cálculo de Microsoft Excel. Para el análisis de los mismos se utilizó el programa estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) que según IBM (s.f.) es un “software de análisis estadístico que presenta las funciones principales necesarias para realizar el proceso analítico de principio a fin” mediante el cual se generaron las tablas y gráficos correspondientes.

5.3. Población.

La presente investigación se realizó en el primer periodo del 2015 de la PUCESE, donde de acuerdo a datos obtenidos de Dirección Académica y Secretaria General, como se muestra en la Tabla I se matricularon 1442 estudiantes, y en este mismo

período 155 docentes prestaron sus servicios, de los cuales 10 desempeñaron la función de Directores de Escuela, 85 fueron docentes a tiempo completo, 42 trabajaron a medio tiempo y 28 parcial y honorarios. Para este estudio la población que se consideró fue; los directores de escuela, docentes y estudiantes de la PUCESE:

Descripción	Cantidad
Directores de escuela	10
Docentes	
Tiempo completo	85
Medio tiempo	41
Parcial y honorarios	29
Estudiantes	1442
Total	1607

Tabla I: Participantes de la investigación

Población N° 1: Compuesta por 10 directores de escuela de la PUCESE.

Población N° 2: Formada por 155 docentes que prestaron servicio en el primer período 2015 de la PUCESE.

Población N° 3: Integrada por 1442 estudiantes matriculados en el primer período 2015 de la PUCESE.

5.4. Muestras.

Muestra N° 1 (Directores de Escuela)

Para obtener la muestra de los directores de escuela de la PUCESE no se aplicó ninguna fórmula, puesto que su población es de solo 10 individuos, se le hizo la encuesta a todos ellos (censo).

$$\boxed{n1 = 10 \text{ Directores}}$$

Muestra N° 2 (Docentes)

Para obtener la muestra de la población de los docentes se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * d^2 * Z^2}{(N - 1)E^2 + d^2 * Z^2}$$

N (población)	=	155
d ² (desviación estándar)	=	0.25
N - 1 (población - 1)	=	154
E (error de muestreo)	=	0.05
Z (nivel de confianza)	=	1.96

$$n2 = \frac{155 * 0.25 * 3.8416}{(154)0.0025 + 0.25 * 3.8416}$$

$$n2 = \frac{148.862}{1.3454}$$

$$\boxed{n2 = 111 \text{ Docentes}}$$

Muestra N° 3 (Estudiantes)

La muestra de la población de los estudiantes se la obtuvo aplicando la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * d^2 * Z^2}{(N - 1)E^2 + d^2 * Z^2}$$

N (población)	=	1442
d ² (desviación estándar)	=	0.25
N - 1 (población - 1)	=	1442
E (error de muestreo)	=	0.05
Z (nivel de confianza)	=	1.96

$$n_3 = \frac{1442 * 0.25 * 3.8416}{(1441)0.0025 + 0.25 * 3.8416}$$

$$n_3 = \frac{1384.8968}{4.5629}$$

$$\boxed{n_3 = 303 \text{ Estudiantes}}$$

Para sacar las muestras de las poblaciones N° 2 y N° 3 se utilizó una distribución de probabilidad normal o también conocida como distribución Gaussiana, como lo indica Francisco (2014) “Tiene algunas propiedades que la hacen aplicable a un gran número de situaciones en las que es necesario hacer inferencias mediante la toma de muestras”, una de las propiedades de esta curva normal es que es simétrica, la desviación estándar es igual a 1 siendo la media la que divide esta área en 0.50 a cada lado, quedando la d^2 igual a 0.25.

Según E. Ortega (s.f.) el margen de error no debe pasar del 10% ni debe ser menor a 1%, debido a esto, el error muestral que se utilizó en las poblaciones N° 2 y N° 3 fue del 5% lo que es igual a 0.05 y el 95% restante es el equivalente al nivel de confianza y según en la Tabla II de Bustamante (2011), Z es igual a 1.96.

Nivel de confianza	Z
99,7%	3
99%	2.58
98%	2.33
96%	2.05
95%	1.96
90%	1.645

Tabla II: Niveles de confianza

Fuente: Tomada de Bustamante (2011)

Luego de conocer el marco muestral de cada población; directores de escuela, docentes y estudiantes de la PUCESE, se procedió a recopilar la información, aplicando las

respectivas encuestas estructuradas, de tal manera que permitió obtener una medición cuantitativa del objeto de estudio realizado en cada población.

Se aplicó la técnica de muestro probabilística y de está se hizo uso del muestreo aleatorio simple (M.A.S), en la que según Carlos Ochoa (2015) “todos los elementos que forman el universo y que, por lo tanto, están descritos en el marco muestral, tienen idéntica probabilidad de ser seleccionados para la muestra”. Los datos obtenidos con esta técnica fueron de mayor fiables y representativos tanto en la recopilación como en el análisis de los mismos.

5.5. Análisis e interpretación de los datos.

En el análisis de los datos recolectados de las muestras de las tres poblaciones objeto de estudio, se les aplicó el Alfa de Cronbach para medir la fiabilidad del instrumento de investigación.

Según Flores (2014) el Alfa de Cronbach estima “la fiabilidad de un instrumento de medida a través de un conjunto de ítems que se espera que midan el mismo constructo o dimensión teórica”, posteriormente indica que “cuanto más cerca se encuentre el valor del alfa a 1 mayor es la consistencia interna de los ítems analizados” concluyendo con la siguiente escala:

- Coeficiente alfa $>.9$ es excelente
- Coeficiente alfa $>.8$ es bueno
- Coeficiente alfa $>.7$ es aceptable
- Coeficiente alfa $>.6$ es cuestionable
- Coeficiente alfa $>.5$ es pobre
- Coeficiente alfa $<.5$ es inaceptable

Con el uso de la herramienta informática SPSS se obtuvo los resultados de los datos recolectados con las encuestas como instrumentos de investigación, para posteriores análisis, comparaciones y conclusiones.

Se hizo análisis de Frecuencia Absoluta y Relativa, que según Boté (2015) “la frecuencia absoluta son las veces que ocurre algo dentro de una muestra” y “la frecuencia relativa se encarga de decidir qué tanto por ciento ocupa la frecuencia absoluta”.

También se hicieron Correlaciones Bivariadas de Pearson, que como dice Barela (2013) son una “expresión numérica que indica el grado de relación existente entre las 2 variables y en qué medida se relacionan”, y para esto representa la Tabla III.

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0.9 a -0.99	Correlación negativa muy alta
-0.7 a -0.89	Correlación negativa alta
-0.4 a -0.69	Correlación negativa moderada
-0.2 a -0.39	Correlación negativa baja
-0.01 a -0.19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0.01 a 0.19	Correlación positiva muy baja
0.2 a 0.39	Correlación positiva baja
0.4 a 0.69	Correlación positiva moderada
0.7 a 0.89	Correlación positiva alta
0.9 a 0.99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Tabla III: Escala coeficiente de correlación

Fuente: Tomada de Barela (2013)

5.5.1. Población N° 1.

En la población 1 se hizo un censo, debido a que solo fueron 10 individuos, conformados por los directores de escuelas de Contabilidad y Auditoría, Sistemas y Computación, Administración de Empresas, Ciencias de la Educación, Diseño Gráfico, Enfermería, Comercio Exterior, Hotelería y Turismo, Gestión Ambiental y Lingüística,

a los cuales se les aplicó una encuesta, como se puede apreciar en el Anexo 8.1, como la cual se levantó la información necesaria.

El análisis de fiabilidad, Alfa de Cronbach que se obtuvo del SPSS como se ve en la Tabla IV, determinó que el instrumento es aceptable porque dio un resultado $>.7$, con 10 elementos o variables, que son el número de preguntas u opciones que se utilizó en la encuesta.

Alfa de Cronbach	N de elementos
.756	10

Tabla IV: Estadísticas de fiabilidad (Directores)

Para el análisis de frecuencia estadística y correlación bivariada se tomaron las siguientes variables:

- **Puntualidad:** ¿Controla la puntualidad de los maestros en el inicio de sus horas de clases?
- **Cumplimiento:** ¿Verifica el cumplimiento de las horas de clases de los profesores?
- **Controla:** ¿Con qué frecuencia controla la asistencia de los docentes a las aulas de clases?
- **Forma:** ¿De qué manera controla la asistencia de los maestros a las aulas de clases?
 - **Leccionario:** Leccionario llenado por el mismo docente.
 - **Asistiendo:** Asistiendo a cada hora de clases de cada maestro.
 - **Estudiantes:** A través de los estudiantes.
 - **Biométrico:** Mediante la revisión en el sistema biométrico de la PUCESE.
 - **Ninguna:** Ninguno.
 - **Otra:** Otro.

- **Conveniente:** ¿Cree usted conveniente que la PUCESE utilice un sistema automatizado en las aulas para controlar la asistencia de los maestros y estudiantes?

El análisis de frecuencia estadística de la variable Puntualidad que se obtuvo del SPSS, indica claramente en la Tabla V, que la gran mayoría de los directores de escuela frecuentemente controlan la asistencia puntual de sus profesores a las aulas de clases. Y un bajo número de directores indican que inusualmente controlan la puntualidad de sus docentes en el inicio de las horas de clases.

	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	7	70
Inusualmente	3	30
Total	10	100

Tabla V: Frecuencias estadísticas Puntualidad (Directores)

En la frecuencia estadística que se obtuvo del SPSS de la variable Forma reveló que, son varias las maneras en la que los directores de escuela controlan la asistencia de los docentes a las aulas, como se ve reflejado en la Tabla VI. Poco más de la mitad de los directores indican que el control lo hacen a través del leccionario y de los estudiantes, mientras que tres cuartas partes de señalan que lo hacen asistiendo a las aulas o de alguna otra forma. Y finalmente solo la mitad de los directores hace el control a través del biométrico de la PUCESE.

	Leccionario	Asistiendo	Estudiante	Biométrico	Ninguna	Otra
Si	6	3	6	5	0	3
No	4	7	4	5	10	7
Total	10	10	10	10	10	10

Tabla VI: Frecuencias estadísticas Forma (Directores)

El análisis de la frecuencia estadística de la variable Conveniente que se obtuvo del SPSS, como se ve en la Tabla VII, señala que todos los directores de escuela a excepción de uno, indican estar de acuerdo que es conveniente que se utilice un sistema automatizado para el control de asistencia de estudiantes y profesores en las aulas.

	Frecuencia	Porcentaje
Si	9	90
No	1	10
Total	10	100

Tabla VII: Frecuencias estadísticas Conveniente (Directores)

En el resultado de la correlación bivariada de Pearson que se obtuvo del SPSS, estableció que existe una relación positiva moderada entre las variables Cumplimiento y Controla, debido a que el valor resultante está dentro del rango de 0.4 a 0.69, como se ve en la Tabla VIII, es decir que existió una correlación significativa.

	Cumplimiento	Controla
Cumplimiento	1	.657
Controla	.657	1

Tabla VIII: Correlaciones bivariadas de Pearson (Directores)

La frecuencia estadística que se obtuvo de la variable Cumplimiento con el SPSS, reflejó que, prácticamente todos los directores de escuela verifican frecuentemente que sus docentes cumplan con sus horas de clases, así como se ve reflejado en la Tabla IX.

Mientras que solo un director indicó que esta verificación la hace a veces. En relación con la Tabla X de la variable Controla en la que la mitad los directores señalan que frecuentemente controlan la asistencia de los maestros a las aulas, y la otra mitad indica que lo hace a veces.

	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	9	90
A veces	1	10
Total	10	100

Tabla IX: Frecuencias estadísticas Cumplimiento (Directores)

	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	5	50
A veces	5	50
Total	10	100

Tabla X: Frecuencias estadísticas Controla (Directores)

5.5.2. Población N° 2.

En la población 2 la muestra fue de 111 docentes, de los cuales 61 eran a tiempo completo, 29 a medio tiempo y 21 por honorarios, a los cuales se les aplicó como instrumento de investigación una encuesta, como se puede ver en el Anexo 8.2, con la cual se obtuvieron los siguientes resultados.

Según el análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach que se obtuvo del SPSS, como se muestra en la Tabla XI, el instrumento que se utilizó para levantar información en esta población, que se la dividió en tres sub-poblaciones. Resultó ser $>.7$ y por ende todos los datos obtenidos son fiables.

	Alfa de Cronbach	N de elementos
Tiempo completo	.703	6
Medio tiempo	.705	6
Honorario	.708	6

Tabla XI: Estadísticas de fiabilidad (Docentes)

Para el análisis de frecuencia estadística y correlación bivariada se tomaron las siguientes variables:

- **Puntual:** ¿Con qué frecuencia asiste puntualmente a las aulas de clases?
- **Controla:** ¿Controla la asistencia de sus estudiantes?
- **Momento:** ¿En qué momentos toma la asistencia de sus alumnos?
- **Herramienta:** ¿Qué usa para el control de asistencia de sus estudiantes?
- **Reporte:** ¿Con qué frecuencia da reportes sobre la asistencia a sus estudiantes?
- **Conveniente:** ¿Cree usted conveniente que la PUCESE utilice un sistema automatizado en las aulas para controlar la asistencia de los maestros y estudiantes?

El análisis de frecuencia estadística de la variable Puntual que se obtuvo del SPSS, indica claramente en las Tablas XII, XIII y XIV, que prácticamente todos los profesores de las tres sub-poblaciones asisten frecuentemente a las aulas de clases. Y un bajo número de maestros indican que solo a veces asisten puntualmente a las aulas de clases.

Tiempo Completo	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	55	90.2
A veces	6	9.8
Total	61	100

Tabla XII: Frecuencias estadísticas Puntual (Docentes tiempo completo)

Medio Tiempo	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	27	93.1
A veces	2	6.9
Total	29	100

Tabla XIII: Frecuencias estadísticas Puntual (Docentes medio tiempo)

Honorario	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	19	90.5
A veces	2	9.5
Total	21	100

Tabla XIV: Frecuencias estadísticas Puntual (Docentes por hora)

La frecuencia estadística de la variable Momento que se obtuvo del SPSS, señala que, casi la mitad de los profesores a tiempo completo y a medio tiempo toman la asistencia al inicio de las clases, mientras que un poco menos de la mitad restante indicó que lo hace al inicio y fin de las clases, como se ve en las Tablas XV y XVI.

Los docentes por honorarios indican que, bastante más de la mitad toman la asistencia al inicio y fin de las clases y un poco menos de la otra mitad señala que lo hace solo al inicio, tal como se ve en la Tabla XVII.

Tiempo Completo	Frecuencia	Porcentaje
Al inicio de las clases	28	45.9
Cada hora de clases, en caso de tener dos o más horas consecutivas	8	13.1
Al inicio y fin de las clases	23	37.7
Nunca	2	3.3
Total	61	100

Tabla XV: Frecuencias estadísticas Momento (Docentes tiempo completo)

Medio Tiempo	Frecuencia	Porcentaje
Al inicio de las clases	14	48.3
Cada hora de clases, en caso de tener dos o más horas consecutivas	4	13.8
Al inicio y fin de las clases	10	34.5
Nunca	1	3.4
Total	29	100

Tabla XVI: Frecuencias estadísticas Momento (Docentes medio tiempo)

Honorario	Frecuencia	Porcentaje
Al inicio de las clases	7	33.3
Cada hora de clases, en caso de tener dos o más horas consecutivas	1	4.8
Al inicio y fin de las clases	12	57.1
Nunca	1	4.8
Total	21	100

Tabla XVII: Frecuencias estadísticas Momento (Docentes por hora)

El análisis de frecuencia estadística de la variable Puntual que se obtuvo del SPSS, indica claramente en las Tablas XVIII, XIX y XX, que casi la mitad de los profesores de las tres sub-poblaciones usan una hoja a mano y un poco menos de la otra mitad menciona que utiliza una herramienta informática para llevar los registros de asistencia, mientras que un pequeño número de docentes señalan que utilizan su memoria para llevar dicho registro.

Tiempo Completo	Frecuencia	Porcentaje
Hoja a mano	29	47.5
Herramienta informática	25	41
Su memoria	7	11.5
Otro	0	0
Total	61	100

Tabla XVIII: Frecuencias estadísticas Herramienta (Docentes tiempo completo)

Medio Tiempo	Frecuencia	Porcentaje
Hoja a mano	13	44.8
Herramienta informática	12	41.4
Su memoria	4	13.8
Otro	0	0
Total	29	100

Tabla XIX: Frecuencias estadísticas Herramienta (Docentes medio tiempo)

Honorario	Frecuencia	Porcentaje
Hoja a mano	11	52.4
Herramienta informática	8	38.1
Su memoria	2	9.5
Otro	0	0
Total	21	100

Tabla XX: Frecuencias estadísticas Herramienta (Docentes por hora)

La frecuencia estadística de la variable Conveniente que se obtuvo del SPSS, señala que, casi todos los profesores de las tres sub-poblaciones indican que, si es conveniente que la PUCESE utilice un sistema automatizado para el control de la asistencia de los profesores y estudiantes a las aulas de clases, mientras que muy pocos de ellos señalan que no les parece conveniente este tipo de sistema, tal como se ve en las Tablas XXI, XXII y XXIII.

Tiempo Completo	Frecuencia	Porcentaje
Si	47	77
No	14	23
Total	61	100

Tabla XXI: Frecuencias estadísticas Conveniente (Docentes tiempo completo)

Medio Tiempo	Frecuencia	Porcentaje
Si	24	82.8
No	5	17.2
Total	29	100

Tabla XXII: Frecuencias estadísticas Conveniente (Docentes medio tiempo)

Honorario	Frecuencia	Porcentaje
Si	17	81
No	4	19
Total	21	100

Tabla XXIII: Frecuencias estadísticas Conveniente (Docentes por hora)

En el resultado de la correlación bivariada de Pearson que se obtuvo del SPSS, estableció que existe una relación positiva moderada entre las variables Controla y Reporte de las tres sub-poblaciones, puesto que, los tres valores resultantes están dentro del rango de 0.4 a 0.69, como se ve en las Tablas XXIV, XXV y XXVI, es decir que existió una correlación significativa dichas variables.

Tiempo Completo	Controla	Reporte
Controla	1	.582
Reporte	.582	1

Tabla XXIV: Correlaciones Bivariadas de Pearson (Docentes tiempo completo)

Medio Tiempo	Controla	Reporte
Controla	1	.594
Reporte	.594	1

Tabla XXV: Correlaciones Bivariadas de Pearson (Docentes medio tiempo)

Honorario	Controla	Porcentaje
Controla	1	.663
Reporte	.663	1

Tabla XXVI: Correlaciones Bivariadas de Pearson (Docentes por hora)

La frecuencia estadística que se obtuvo de las variables Controla y Reporte con el SPSS, reflejó que, casi todos los profesores de las tres sub-poblaciones controlan

frecuentemente la asistencia de sus estudiantes, y el resto lo hace inusualmente, así como se ve reflejado en las Tablas XXVII, XXVII y XXIX con la variable Controla.

Mientras que solo la mitad de los docentes de las tres sub-poblaciones indicaron que frecuentemente da reportes a sus estudiantes sobre sus asistencias a clases. Lo cual se puede apreciar en las Tablas XXVII, XXVII y XXIX con la variable Reporte, y la otra mitad de los docentes señalan que lo hacen inusualmente.

Tiempo Completo	Frecuencia	Porcentaje	Tiempo Completo	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	49	80.4	Frecuentemente	31	50.9
Inusualmente	12	19.6	Inusualmente	30	49.1
Total	61	100	Total	61	100

Tabla XXVII: Frecuencias estadísticas Controla y Reporte (Docentes tiempo completo)

Medio Tiempo	Frecuencia	Porcentaje	Medio Tiempo	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	24	82.8	Frecuentemente	14	48.2
Inusualmente	5	17.2	Inusualmente	15	51.8
Total	29	100	Total	29	100

Tabla XXVIII: Frecuencias estadísticas Controla y Reporte (Docentes medio tiempo)

Honorario	Frecuencia	Porcentaje	Honorario	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	16	76.2	Frecuentemente	11	52.4
A veces	5	23.8	A veces	10	47.6
Total	21	100	Total	21	100

Tabla XXIX: Frecuencias estadísticas Controla y Reporte (Docentes por hora)

5.5.3. Población N° 3.

La muestra de la población 3 estuvo conformada por 303 estudiantes de la PUCESE de primer semestre hasta noveno, se les aplicó una encuesta como se puede ver en el Anexo 8.3, como instrumento de investigación a todos ellos, obteniendo los siguientes resultados.

Según el análisis de fiabilidad Alfa de Cronbach que se obtuvo del SPSS como se muestra en la Tabla XXX, el instrumento que se utilizó para levantar información en esta población es Aceptable siendo este $>.7$ y por ende todos los datos obtenidos son fiables, donde se utilizó 7 variables para la recolección y análisis de los mismos.

Alfa de Cronbach	N de elementos
.703	7

Tabla XXX: Estadísticas de fiabilidad (Estudiantes)

Para el análisis de frecuencia estadística y correlación bivariada se tomaron las siguientes variables:

- **Puntual:** ¿Con qué frecuencia asiste puntualmente a las aulas de clases?
- **Asistencia:** ¿Cuántos de sus actuales profesores toman la asistencia?
- **Inicio:** ¿Cuántos de sus actuales profesores toman la asistencia solo al inicio de clases?
- **Hora:** ¿Cuántos de sus actuales profesores toman la asistencia cada hora de clases? en caso de tener dos o más horas consecutivas.
- **Fin:** ¿Cuántos de sus profesores toman la asistencia al inicio y fin de las clases?
- **Reporte:** ¿Cuántos de sus profesores te dan reportes sobre tu asistencia?
- **Conveniente:** ¿Cree usted conveniente que la PUCESE utilice un sistema automatizado en las aulas para controlar la asistencia de los maestros y estudiantes?

El análisis de frecuencia estadística de la variable Asistencia que se obtuvo del SPSS, indica claramente en la Tabla XXXI, que la gran mayoría de los estudiantes aseguran que casi todos sus profesores toman la asistencia. Pero un inquietante número de alumnos indican que sus docentes no toman la respectiva asistencia.

	Frecuencia	Porcentaje
Casi todos	215	71
Casi ninguno	88	29
Total	303	100

Tabla XXXI: Frecuencias estadísticas Asistencia (Estudiantes)

En la frecuencia estadística que se obtuvo del SPSS de la variable Inicio reveló que, solo un poco más de la mitad de los alumnos señalan que casi todos sus maestros toman la asistencia solo al inicio de clases, como se ve reflejado en la Tabla XXXII, esto no quiere decir que sea un mal resultado, solo revela que los profesores toman la asistencia en diferentes momentos de la clase.

	Frecuencia	Porcentaje
Casi todos	181	59.7
Casi ninguno	122	40.3
Total	303	100

Tabla XXXII: Frecuencias estadísticas Inicio (Estudiantes)

La frecuencia estadística de la variable Hora que se obtuvo del SPSS, señala que, casi tres cuartas partes de los estudiantes, como se ve en la Tabla XXXIII, indican que casi ningún profesor toma la asistencia en cada hora de clases, en caso de tener dos o más horas consecutivas, esta situación puede darse porque al hacerlo de esta forma, las clases sería un poco interrumpidas y algo incómodas.

	Frecuencia	Porcentaje
Casi todos	78	25.8
Casi ninguno	225	74.2
Total	303	100

Tabla XXXIII: Frecuencias estadísticas Hora (Estudiantes)

El análisis de la frecuencia estadística de la variable Fin que se obtuvo del SPSS, como se ve en la Tabla XXXIV, señala que son pocos, casi un cuarto de los estudiantes que afirman que casi todos los profesores toman la asistencia al inicio y al final de las clases, esto se puede contrastar con la variable Inicio en la que la mitad de los estudiantes indican que sus maestros toman la asistencia solo al inicio de cada clase y el otro cuarto de estudiantes señala en la variable Hora que hay docentes que lo hacen en cada hora, cuando son dos o más horas consecutivas.

	Frecuencia	Porcentaje
Casi todos	71	23.4
Casi ninguno	232	76.6
Total	303	100

Tabla XXXIV: Frecuencias estadísticas Fin (Estudiantes)

La frecuencia estadística que se obtuvo de la variable Reporte con el SPSS, reflejó que, un poco más de la mitad de los estudiantes señalan que casi ningún profesor da reportes sobre la asistencia a sus alumnos, así como se ve en la Tabla XXXV, los cuales deberían ser dados periódicamente, para que los estudiantes estén consientes sobre las faltas que tienen, y en alguno de los casos evitar tener inconvenientes a causa de esta situación.

	Frecuencia	Porcentaje
Casi todos	104	34.3
Casi ninguno	199	65.7
Total	303	100

Tabla XXXV: Frecuencias estadísticas Reporte (Estudiantes)

En el resultado de la correlación bivariada de Pearson que se obtuvo del SPSS, estableció que existe una relación positiva moderada puesto que está en el rango de 0.4

a 0.69, como se ve en la Tabla XXXVI, es decir que existió una correlación significativa entre las variables Puntual y Conveniente.

	Puntual	Conveniente
Puntual	1	.437
Conveniente	.437	1

Tabla XXXVI: Correlaciones bivariadas de Pearson (Estudiantes)

La frecuencia estadística que se obtuvo del SPSS de la variable Puntual, determinó que casi tres cuartas partes de la población como se ve en la Tabla XXXVII asiste frecuentemente puntual a las clases, con lo que existe una relación positiva con la frecuencia estadística de la variable Conveniente, en la que más de la mitad de los individuos señaló que es conveniente que la PUCESE utilice un sistema automatizado en las aulas para controlar la asistencia de los maestros y estudiantes, como se ve reflejado en la Tabla XXXVIII, pero a pesar de esto, un gran número de estudiantes indicaron que no es conveniente este tipo de sistema.

	Frecuencia	Porcentaje
Frecuentemente	226	74.6
Inusualmente	77	25.4
Total	303	100

Tabla XXXVII: Frecuencias estadísticas Puntal (Estudiantes)

	Frecuencia	Porcentaje
Si	196	64.7
No	107	35.3
Total	303	100

Tabla XXXVIII: Frecuencias estadísticas Conveniente (Estudiantes)

6. Propuesta de intervención.

Con el avance de la tecnología y la acelerada vida que hay hoy en día, ya no hay tiempo para recordar complicadas contraseñas que se olvidan fácilmente o para andar con llaves o etiquetas RFID que se pueden extraviar y que pueden ser utilizadas por terceras personas no autorizadas, se han creado sinnúmeros de dispositivos electrónicos para hacer uso de las características individuales de cada ser humano, que pueden ser rasgos faciales, el iris de los ojos, los vasos sanguíneos de las manos, huellas dactilares, etc.

Los seres humanos cuentan con rasgos que son únicos en el mundo como es la huella dactilar, el iris de los ojos, entre otros. La huella dactilar y el iris de los ojos son los rasgos de los seres humanos más utilizados por los sistemas biométricos, hasta existen sistemas biométricos con ADN. Según Cardona (2012) “La biometría es el estudio de métodos automáticos para el reconocimiento único de personas basados en uno o más rasgos conductuales (algo “que hacemos”) o físicos intrínsecos (algo “que somos”)”.

Fernández (2013) muestra en la Tabla XXXIX una comparación de las ventajas y desventajas de los sistemas biométricos frente a los tradicionales sistemas de identificación, autenticación y control.

Aspecto	Biometría	Contraseñas / Tarjetas / Hojas / Otros
Necesidad de secreto	No	Si
Posibilidad de robo	No	Si
Posibilidad de pérdida	No	Si
Proceso de comparación	Si	Si
Comodidad del usuario	Si	No
Vulnerabilidad ante el espionaje	No	Si
Vulnerabilidad a un ataque por fuerza bruta	No	Si
Medidas de prevención	Si	No
Autenticación a usuarios “reales”	Si	Si
Coste de implantación	Medio/Alto	Bajo
Coste de mantenimiento	Medio/Alto	Bajo

Tabla XXXIX: Comparación de la biometría con técnicas tradicionales

Fuente: Tomada de Fernández (2013)

Fernández (2013) detalla los aspectos de la Tabla XXXIX indicando que, las técnicas tradicionales de identificación, autenticación y control pueden sufrir de robos, pérdidas, vulnerabilidades ante espionaje o por fuerza bruta, por lo que necesitan estar ocultas y depende del usuario para su cuidado, mientras que los sistemas biométricos no sufren de estos aspectos porque su identificación está directamente ligada con los rasgos físicos de cada persona.

Sánchez (s.f.) muestra un cuadro comparativo en la Tabla XL sobre los sistemas biométricos, con sus características donde la huella dactilar y el iris son los más factibles en el uso de los sistemas biométricos, pero de estos dos destacando más el primero, por una mayor facilidad de uso, menor coste y por ser menos invasivo.

Características	Aceptación del usuario	Facilidad de uso	Coste	Utilidad		Estabilidad	Fiabilidad
				Identificación	Verificación		
ADN	Baja	Baja	Alto	Si	Si	Alta	Alta
Dinámica de escritura	Alta	Alta	Bajo	No	Si	Baja	Baja
Firma	Media	Alta	Bajo	No	Si	Media	Baja
Geometría de la mano	Media	Alta	Alto	No	Si	Media	Media
Huella dactilar	Media	Alta	Bajo	Si	Si	Alta	Alta
Iris	Media	Media	Alto	Si	Si	Alta	Alta
Reconocimiento facial	Media	Media	Bajo	No	Si	Media	Media
Retina	Media	Baja	Alto	Si	Si	Alta	Alta
Voz	Alta	Alta	Bajo	No	Si	Media	Baja

Tabla XL: Sistemas biométricos

Fuente: Tomada de Sánchez (s.f.)

6.1. Dispositivo lector de huella dactilar.

Según Aplicaciones Tecnológicas (2010) las huellas dactilares están divididas en patrones que son fácilmente detectables de forma matemática, con lo que hace más fácil al dispositivo buscar en la base de datos estos patrones para la identificación, y la forma en que lo hace es como en la Figura 1, y de la siguiente manera:

Cada punto característico o minucia se representa mediante una combinación de números (x. y) dentro de un plano cartesiano, los cuales sirven como base para crear un conjunto de vectores que se obtienen al unir las minucias entre sí mediante rectas cuyo ángulo y dirección generan el trazo de un prisma de configuración única e irrepetible. Para llevar a cabo el proceso inverso o verificación dactilar, se utilizan estos mismos vectores, no imágenes.



Figura 1: Captura, codificación, plantilla y vectorización de una huella dactilar

Fuente: Tomada de Aplicaciones Tecnológicas (2010)

6.2. Sistema propuesto.

Un dispositivo biométrico de huella digital puede ser hardware libre o privativo. En el caso de hardware privativo existe una gran variedad de modelos según cada fabricante, y en alguno de los casos, incluye un sistema ya listo para ser instalado, utilizado y administrado por el cliente, como es el caso de SAMS (Student Attendance Management System), siendo este un servicio que ofrece la empresa londinense BQuTMS.

BQuTMS (s.f.) menciona que SAMS es “un sistema de gestión diseñado para realizar un seguimiento de forma fácil y efectiva a la asistencia de los estudiantes”, y el Plan Premium que ofrecen tiene un costo de £49.95 (\$77.09) al mes solo para 100 usuarios y sin dispositivo biométrico, en la Figura 2 se puede apreciar una presentación del sistema.



Figura 2: SAMS

Fuente: Tomada de BQuTMS (s.f.)

Un inconveniente de SAMS es que es dependiente de una conexión a internet, lo cual traería problemas en momentos donde el tráfico del internet esté congestionado o no se cuente con este servicio por algún motivo, ya sea por desconexión, mantenimiento, etc., otra desventaja es el elevado costo del servicio.

La PUCESE tendría 1597 usuarios, incluidos profesores y estudiantes, considerando que solo por 100 usuarios SAMS cuesta \$77.09 al mes, este sería un servicio muy caro para la universidad. La ventaja es que la empresa ofrece un sistema completamente personalizable según sean las necesidades del cliente.

Por otro lado existen sistemas biométricos que incluyen el software y el hardware en un solo precio, según MercadoLibre (s.f.) cuestan entre \$109.00 y \$1195.00 cada uno, según sea el fabricante y el modelo, el problema de este tipo de sistema es que están orientados para controlar asistencia de trabajadores y son cerrados, es decir, que no se pueden hacer modificaciones tanto en el hardware como en el software para cubrir las necesidades planteadas y actualizaciones futuras que tiene la PUCESE respecto al control de asistencia a las aulas de los profesores y estudiantes.

Estos sistemas biométricos lo adquieren aquellos clientes o instituciones que no tienen requisitos únicos que requieran una personalización en su hardware y/o software, es decir que con las características que estos sistemas traen, abarcan todas las necesidades para lo cual se los quiere adquirir.

Un ejemplo de estos sistemas es el de la Figura 3, el Terminal Biométrico de Huella Digital Modelo Ceres H8, que según Control Best (s.f.) cuesta \$230.00 cada uno, e incluye; equipo Ceres H8, instalación, capacitación Ceres H8, garantía de 1 año, mantenimiento, asesoría técnica y el software Ceres. Este sistema biométrico tiene la desventaja de que su software no se puede adaptar a las necesidades que tiene la PUCESE respecto al control de asistencia a las aulas de los profesores y estudiantes.



Figura 3: Equipo Ceres H8

Fuente: Tomada de Control Best (s.f.)

También existen sensores biométricos de hardware privativo con los que se puede programar el sistema con total libertad, en la mayoría de los casos para utilizarlos es necesario tener un SDK, que generalmente es el Fingerprint, siendo el más actual la versión del 2009, un SDK o Kit de Desarrollo de Software según Gonzales (2012), “es un conjunto de herramientas de desarrollo de software que le permite al programador crear aplicaciones para un sistema concreto, por ejemplo ciertos paquetes de software, frameworks, plataformas de hardware, computadoras, videoconsolas, sistemas operativos y más”.

El Fingerprint SDK según Griaule Biometrics (2014) que es la página oficial de donde se descarga este programa, menciona que, permite integrar los dispositivos biométricos

lectores de huellas digitales a varias aplicaciones, debido a que soporta varios lenguajes de programación como Java o .NET, entre otros, siendo también multiplataforma, es decir que es soportado tanto en Windows como Linux.

Este SDK trae una versión de prueba de 90 días y luego hay que comprar la licencia, según Griaule Biometrics (2014) con un costo de \$250.00 por computadora, es decir que se pueden utilizar varios dispositivos en una sola computadora. Pero con la compra de cualquier lector de huella digital Secugen Hamster Plus como se ve en la Figura 4, que según Secugen Corporation (s.f.) cuestan alrededor de \$99.00 cada uno, viene incluido el SDK gratuito solo para .NET.



Figura 4: Secugen Hamster Plus

Fuente: Tomada de Secugen Corporation (s.f.)

La desventaja de los Secugen Hamster Plus es que son USB y para este caso sería necesario tener una computadora por aula, encendida durante las dos jornadas de clases, una ventaja es su fácil y rápida instalación, la desventaja es que si la computadora del aula se encuentra apagada, el tiempo de encendido podría llegar a provocar retrasos en los registros, o si se dañara, ese biométrico quedaría deshabilitado.

Otra alternativa es utilizar un lector de huella digital de hardware libre como se ve en la Figura 5, que como indica Tiguer (2014) es “aquel hardware cuyas especificaciones y diagramas esquemáticos son de acceso público, ya sea bajo algún tipo de pago o de forma gratuita”, que en este caso es la forma más idónea para la conexión al sistemas,

porque se puede hacer un dispositivo biométrico según sean las necesidades y condiciones que se tengan del aula en el que se instalará.



Figura 5: Sensor de huella digital

Fuente: Tomada de MercadoLibre (s.f.)

Es necesario comprar una placa Arduino, que según Arduino (s.f.) es “una plataforma física computacional open-hardware basada en una sencilla placa con entradas y salidas (E/S), analógicas y digitales”.

Un Arduino en su versión Mega (la más idónea por sus características para el proyecto) según MercadoLibre (s.f.) cuesta entre \$30.00 y \$40.00 el chino y entre \$60.00 y \$70.00 el italiano (original). También se necesita un sensor biométrico lector de huella digital, que según MGSYSTEM (s.f.) el precio es de \$55.00 y finalmente el último dispositivo puede variar, siendo un módulo WIFI o un módulo Ethernet, dependiendo del aula.

Un módulo WIFI para Arduino según MGSYSTEM (s.f.) cuesta \$9.00 y un módulo Ethernet indica MercadoLibre (s.f.) que el más barato cuesta \$11.99. A este dispositivo biométrico se le puede añadir otro módulo para que dé una señal de validación a los usuarios, siendo el caso de un display, en el que se muestre los mensaje de Aceptación o Error, y la hora del servidor, más una batería de 12v en caso la energía eléctrica fallase, sus precio según MercadoLibre (s.f.) para el display rondan entre los \$9.00 y \$15.00, y para la batería, entre \$15.00 y \$20.00.

Todo este conjunto de módulos y sensores que conforman el dispositivo biométrico se lo puede programar mediante el Arduino Software (IDE), que es un programa Open Source que corre en Windows, Mac OS X y Linux y que está escrito en Java basado en Processing.

El biométrico con conexión WIFI y el que es con conexión Ethernet, sus costos varían entre \$120.00 y \$175.00 dependiendo si se utiliza el Arduino chino o italiano, agregando que no necesitan estar conectados a una computadora por aula, lo que los volvería independiente de cualquier conexión exceptuando la electricidad e intranet, que según el departamento de TIC (2015) de la PUCESE todas las aulas ya poseen estas conexiones, lo que haría que esta última opción sería la más idónea.

6.3. Representación del sistema en un Modelo y Notación de Procesos de Negocio.

El Business Process Model and Notation (BPMN) o Modelo y Notación de Procesos de Negocio según Medra (2015) sirve para “representar un proceso de negocio de manera gráfica evitando crear documentos de narrativas largas y complejas”, lo que permite conocer cómo funcionará el negocio o sistema sin tener que leer ningún documento, para lo cual es necesario conocer los elementos del BPMN, para poder interpretar correctamente los diagramas.

Moreno (2015) menciona que los principales elementos del BPMN son los que se pueden ver en la Tabla XLI, mientras que en la Figura 6 está representado el sistema de control de asistencia con un diagrama BPMN.

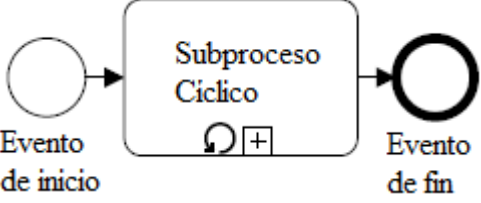
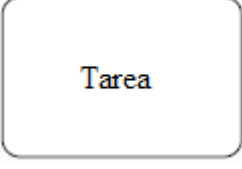



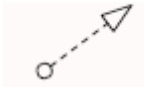
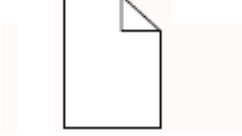
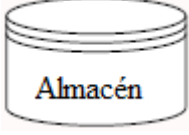
Elemento	Descripción
 <p>Evento de inicio</p> <p>Subproceso Cíclico</p> <p>Evento de fin</p>	<p>Indican el inicio del evento, las múltiples tareas que este contiene, y la finalización del mismo.</p>
 <p>Tarea</p>	<p>Es una unidad de trabajo que se puede realizar, cuando aparece el símbolo + indica que es un subproceso.</p>
<p>Exclusiva</p> 	<p>Es un punto de bifurcación, selecciona exactamente un flujo de secuencia de entre las alternativas existentes.</p>
<p>Paralela</p> 	<p>Es un punto de bifurcación, donde todos los caminos salientes serán activados simultáneamente.</p>
<p>Flujo de secuencia</p> 	<p>Define el orden de ejecución entre dos actividades</p>
<p>Flujo de mensajes</p> 	<p>Simboliza la información que fluye a través de las organizaciones.</p>
<p>Dato de tipo objeto</p> 	<p>Representa información que fluye a través del proceso tales como documentos, correos electrónicos o cartas.</p>
 <p>Almacén</p>	<p>Es un lugar donde el proceso puede leer o escribir datos.</p>

Tabla XLI: Elementos BPMN

Fuente: Tomada de Moreno (2015)

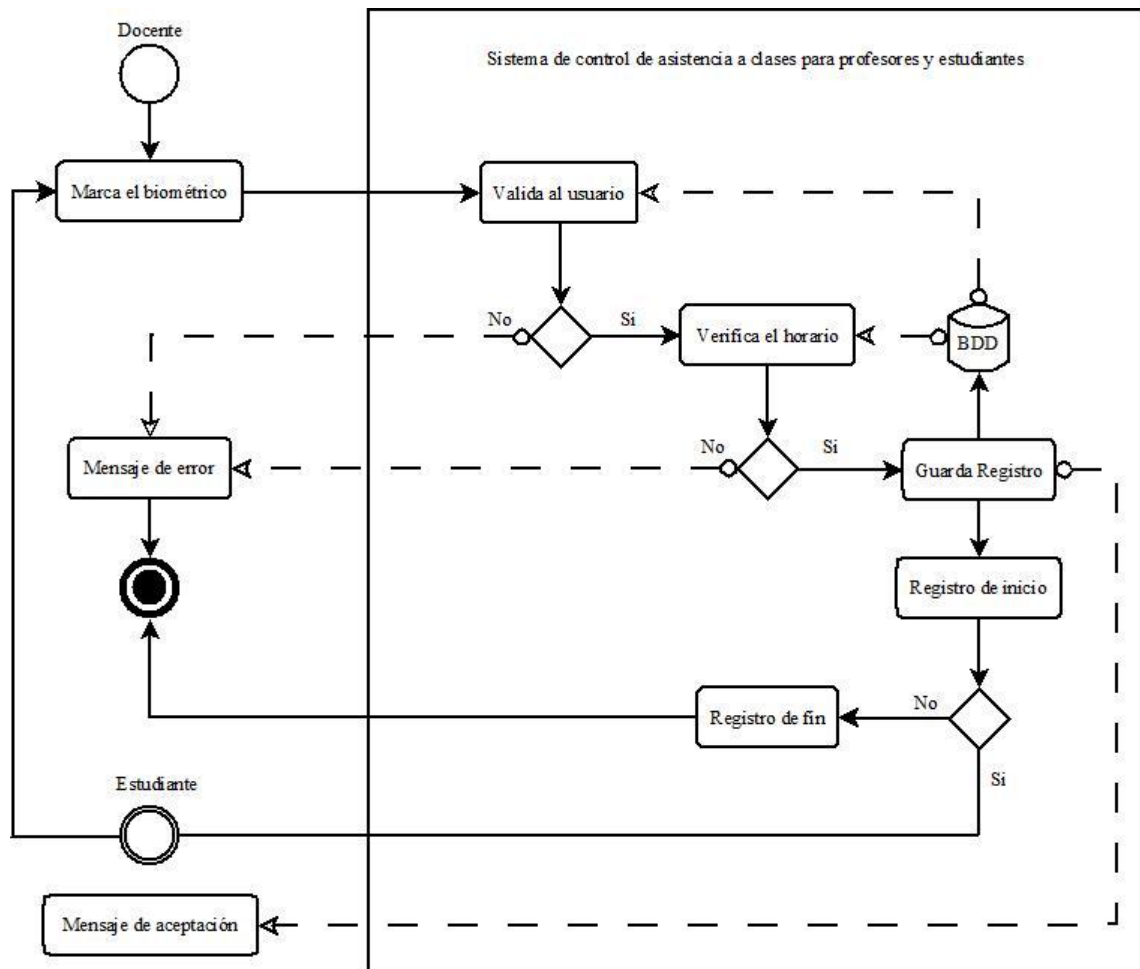


Figura 6: BPMN

En la Figura 6 se muestra cómo funcionará el BPMN, el cual lo inicia el docente marcando su entrada en el dispositivo biométrico, posteriormente el sistema se encarga de validar al usuario con los datos previamente almacenados en la base de datos, enseguida verificará si el maestro a esa hora tiene una clase que dar, para poder registrar su asistencia y el aula donde marcó.

Luego cada estudiante matriculado en la materia de dicho profesor marcará su entrada en el mismo dispositivo biométrico, registrando así su asistencia a la clase, teniendo presente que ningún alumno puede registrar su entrada si previamente el docente no lo ha hecho primero. Finalmente al terminar la hora de clase o si algún usuario desea salir del aula antes de que la hora acabe, tendrá que marcar su salida, en este paso no es necesario que el docente lo haga primero.

Cada entrada y salida de la clase tiene que ser registrada en el sistema. Cualquier inconsistencia con las validaciones y verificaciones, provocará que salga un mensaje de error, terminando así con el proceso del registro de dicha asistencia.

6.4. Funcionamiento del sistema.

El diagrama que se muestra a continuación en la Figura 7, representa todo el sistema de control de asistencia a las aulas. Los biométrico estarían en cada aula y laboratorio conectados directamente a la intranet de la PUCESE, para no depender del internet en caso este fallara, haciendo sus registros directamente en el servidor, mientras que los usuarios de los sistemas de directores de escuela, docentes y estudiantes podrán acceder a ellos a través de internet.

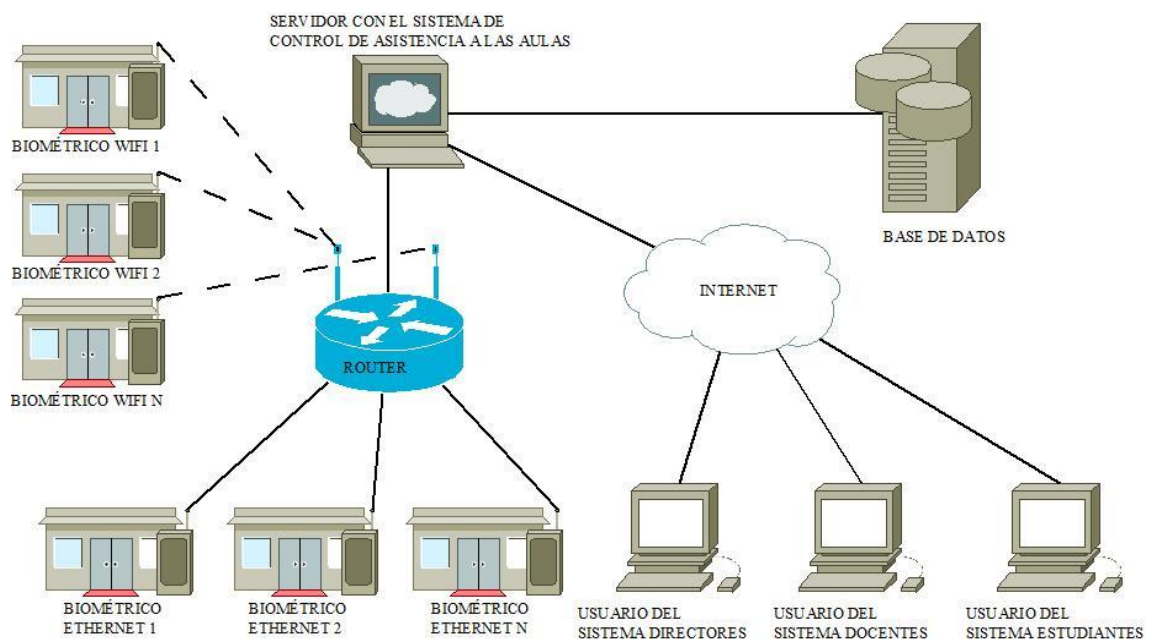


Figura 7: Diagrama de Red del Sistema de control de asistencia a las aulas

El sistema de control de asistencia de profesores y estudiantes funciona de la siguiente manera:

- El maestro marca la entrada al inicio de la hora de clases en el biométrico.

- Según sea el tipo de lector de huella digital, WIFI o Ethernet, este envía los datos de la huella digital del maestro a través de la intranet hacia el servidor.
- Posterior a esto el servidor con el sistema de control de asistencia realiza la identificación, comparación y verificación con la base de datos.
- Si la validación es exitosa, el registro se hará y podrán registrarse los estudiantes.
- Se mostrará en el display del biométrico el mensaje de aceptación.
- Luego de que el profesor se registre, cada uno de sus estudiantes irá marcando su entrada en el mismo biométrico que utilizó el docente.
- Al finalizar la clase, los estudiantes y el maestro podrán marcar su salida.
- Cuando se marca la salida también realiza el mismo proceso de identificación, comparación y validación.
- Para que los usuarios puedan ver sus registros de asistencias, deben acceder al sistema web de control de asistencia.
- Deberán ingresar al sistema utilizando su usuario y contraseña.
- Y según sea su rol, el sistema le dará acceso a determinadas opciones y funciones.
- El sistema mostrará los registros de asistencia que el usuario quiera ver, según sea su rol en el sistema.
- Y podrá generar todos los reportes que necesite.

6.5. Casos de uso.

En el siguiente caso de uso, en la Figura 8, se muestra de manera generalizada las funciones que tendrá el sistema de los Directores de Escuela, en el cual se detallan las siguientes actividades:

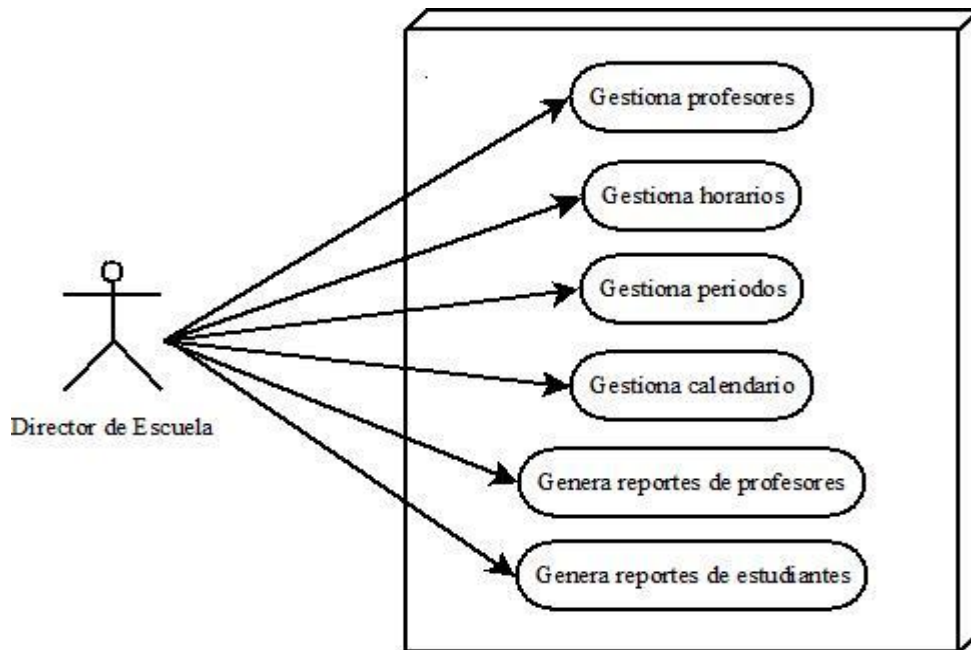


Figura 8: Caso de uso Director de Escuela

- **Gestión de profesores:** aquí el director se encargará de asignar los respectivos profesores a cada materia, teniendo en cuenta que un docente puede dar diferentes materias en varias escuelas.
- **Gestión de horarios:** el director después de tener su horario de clases, procede a registrarlo en el sistema, esta parte es independiente a la gestión de profesores, debido a que aquí solo se relacionan las materias con los días y las horas que se deberán dar, también se registrará el horario de los exámenes finales.
- **Gestión de periodos:** esta actividad es la que determina el inicio y fin del periodo de clases, para tener un registro y generar reportes de lo ocurrido en cada semestre.
- **Gestión de calendario:** aquí se registrarán los días de feriados y de actividades en las que no se tendrá clases regularmente, para que no tome esos días como inasistencias.
- **Generar reportes de profesores:** el director podrá dar seguimiento sobre el cumplimiento de sus docentes y a su vez podrá generar reportes en los que detalle todos los registros de asistencia que ha tenido un determinado profesor.
- **Generar reportes de estudiantes:** al igual que la actividad de generar reportes de profesores, aquí el director también podrá dar seguimiento a los estudiantes

sobre sus asistencias, generando reportes en donde se detalle todos los registros que ha tenido un determinado estudiante.

El caso de uso que se detalla a continuación, en la Figura 9, detalla de forma general las actividades relacionadas al profesor con el sistema de control de asistencia:

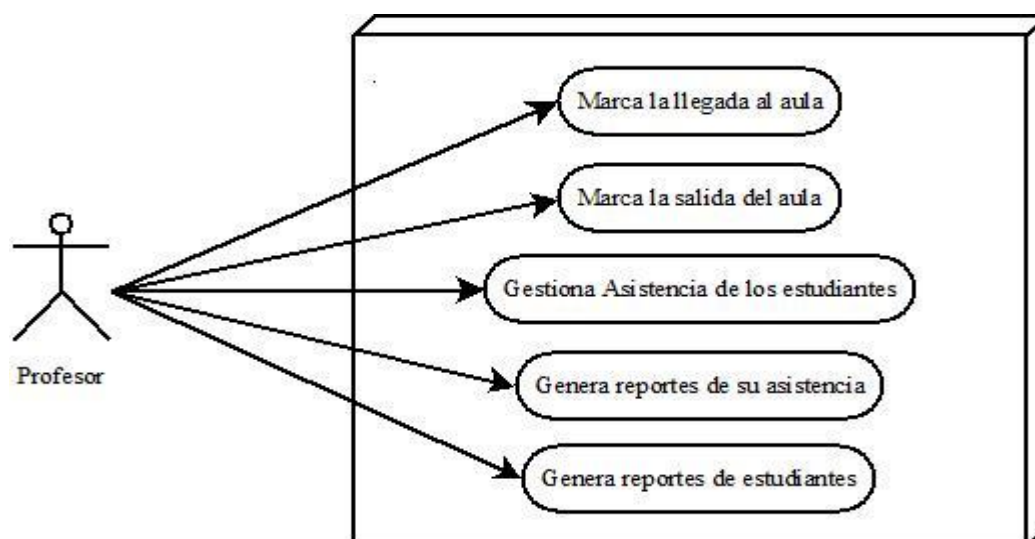


Figura 9: Caso de uso Profesores

- **Marcar la llegada al aula:** el profesor tendrá que acercarse al biométrico colocado en cada aula o laboratorio de la universidad y registrarse, para que de esta manera sus estudiantes también puedan hacerlo, debido a que si el docente no se registra primero, el sistema no validará el registro de los alumnos.
- **Marcar la salida del aula:** el docente registrará en el biométrico su salida, aquí no es necesario que el maestro lo haga primero que los estudiantes, puesto que algún o algunos estudiantes pueden salir antes de finalizar la hora, ya sea por cualquier motivo y el sistema validará ese registro.
- **Gestión de asistencia de los estudiantes:** el profesor tendrá la opción de hacer una segunda validación al registro de asistencia de sus estudiantes, esta opción no será obligatoria pero si necesaria en el caso de que algún registro esté mal y tenga que corregirlo.
- **Genera reportes de su asistencia:** aquí el maestro podrá dar seguimiento al registro de su asistencia en las diferentes materias que da clases, para estar

pendiente de que no exista algún mal registro o alguna inconsistencia que pueda darse por algún día festivo o algo parecido.

- **Genera reportes de estudiantes:** en esta actividad el profesor podrá dar seguimiento a sus estudiantes sobre sus asistencias, generando reportes en donde se detalle todos los registros que ha tenido un determinado estudiante.

El siguiente caso de uso, en la Figura 10, define las actividades de forma general que podrán realizar los estudiantes en el sistema de control de asistencia:

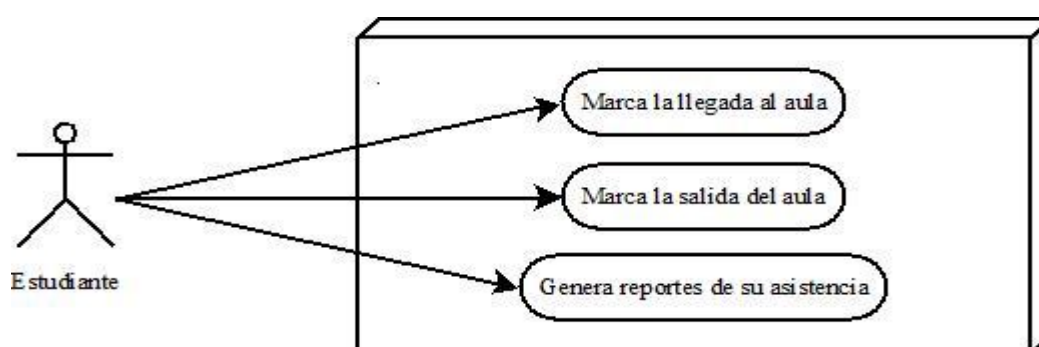


Figura 10: Caso de uso Estudiantes

- **Marcar la llegada al aula:** los estudiantes tiene que registrarse en el biométrico de las aulas luego de que el maestro lo ha hecho, puesto que si no existe un registro del profesor en cierta hora de clases, solo se registrará la inasistencia del docente.
- **Marcar la salida del aula:** aquí los estudiantes podrán marcar varias salidas y entradas a lo largo de la hora de clases sin necesidad de que el profesor lo haga primero, debido a que los estudiantes pueden salir del aula por algún motivo y su asistencia solo quedará hasta la hora que registró su última salida.
- **Genera reportes de su asistencia:** los estudiantes podrán dar seguimiento al registro de su asistencia en las diferentes materias que reciben, para estar pendiente de que no exista algún mal registro o alguna inconsistencia.

Según el departamento de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) (2015) de la PUCESE, cuentan con la licencia de Visual Studio 2012, herramienta con

la cual se podría desarrollar el sistema utilizando el framework .NET ya sea con ASP, ASPX o C#, y el Fingerprint SDK versión .NET.

Para estimar el costo del desarrollo del software, se utilizó el Modelo Constructivo de Costos o COCOMO (Constructive Cost Model), que según Lema (2014) “es un modelo matemático de base empírica utilizado para estimación de costos de software” que tiene tres niveles, según sea su nivel de detalle; básico, intermedio y detallado. Y tres modos de trabajo según el tipo de proyecto; orgánico, semilibre y empotrado. En este caso el costo se estimará con un nivel básico y con un modo orgánico, este modo puede estimar hasta 50 KLDC (50000 líneas de código o 50 kilo de líneas de código).

Vargas (2010) menciona que el nivel básico “se utiliza para obtener una primera aproximación rápida del esfuerzo”. Y se utiliza las constantes de la Tabla XLII.

Modo	a	b	c	d
Orgánico	2.4	1.05	2.5	0.38
Semiacoplado	3.0	1.12	2.5	0.35
Integrado	3.6	1.20	2.5	0.32

Tabla XLII: Constantes para aspectos de costes

Fuente: Tomada de Vargas (2014)

Se hizo una estimación de 2000 líneas de código para programar el Arduino, y unas 1500 para desarrollar el software que controle la asistencia, resultando unas 3500 líneas de códigos o 3.5 KLDC. Vargas (2010) menciona que con el nivel básico el $m(x)$ es siempre 1, y se aplican las siguientes fórmulas:

E	=	Esfuerzo
MM	=	Personas necesarias por mes para realizar el proyecto
TDEV	=	Tiempo de desarrollo del proyecto
CosteH	=	Personas necesarias para realizar el proyecto
CosteM	=	Costo total del proyecto
T	=	Número de meses estimados para el desarrollo

$$E = a(KLDC^b) * m(x)$$

$$E = 2.4(3.5^{1.05}) * 1$$

$$\boxed{E = 8.9}$$

$$MM = a(KLDC^b)$$

$$MM = 2.4(3.5^{1.05})$$

$$\boxed{MM = 8.9}$$

$$TDEV = c * (MM^d)$$

$$TDEV = 2.5 * (8.9^{0.38})$$

$$\boxed{TDEV = 5.7}$$

$$CosteH = \frac{MM}{TDEV}$$

$$CosteH = \frac{8.9}{5.7}$$

$$CosteH = 1.5$$

$$\boxed{CosteH = 2}$$

$CosteM = CosteH * Coste \text{ promedio de los miembros del equipo de desarrollo}$

$$CosteM = 2 * 1400 \text{ (costo aproximado)}$$

$$\boxed{CosteM = \$2800}$$

$$T = c(E^d)$$

$$T = 2.5(8.9^{0.38})$$

$$\boxed{T = 5.7}$$

Con los resultados obtenidos de las fórmulas, el software del sistema aproximadamente costará \$2,800.00 con un equipo de desarrollo de dos personas y se tardará casi 6 meses, considerando que los desarrolladores no trabajaran únicamente en este sistema, puesto que si fuese así el tiempo sería menor, y en el caso de que el sistema sea desarrollado por el departamento de TIC de la PUCESE, el costo sería \$0, el número de desarrolladores y el tiempo lo estimaría el jefe del equipo de desarrollo del departamento.

6.6. Diseño lógico de la base de datos.

El diseño lógico se lo considera como la segunda fase del diseño de una base de datos completa, es decir, la primera fase es el diseño conceptual que es un nivel detallado de todas las actividades de la base de datos según sean los requerimientos, este primer diseño se lo transforma en una estructura que incluye; entidades, atributos, claves primarias y secundarias, tipos de datos, cardinalidades, entre otros aspectos, de tal manera que permita optimizar el almacenamiento de los datos, evitando redundancias y garantizando la integridad de los mismos.

En la Figura 11 se muestra la segunda fase del diseño de la base de datos, el esquema lógico en donde las entidades; Asistencia Docente, Asistencia Estudiante, Feriados, Recuperación y Login son las únicas que se agregarían a base de datos de la PUCESE, debido a que esta ya cuenta con una estructura que facilitaría la implementación del sistema de control de asistencia a clases. Cabe recalcar, que se propone utilizar la base de datos correspondiente que administra la universidad con el objetivo de evitar redundancia de los datos.

Por esta razón se saltó la primera fase, la del diseño conceptual y se pasó directamente al diseño lógico de la base de datos, a la cual se le agregó las entidades nuevas antes mencionadas, relacionándolas con las ya existente realizando un diseño que permita administrar los datos de la forma más óptima posible y así desarrollar el sistema más eficientemente.

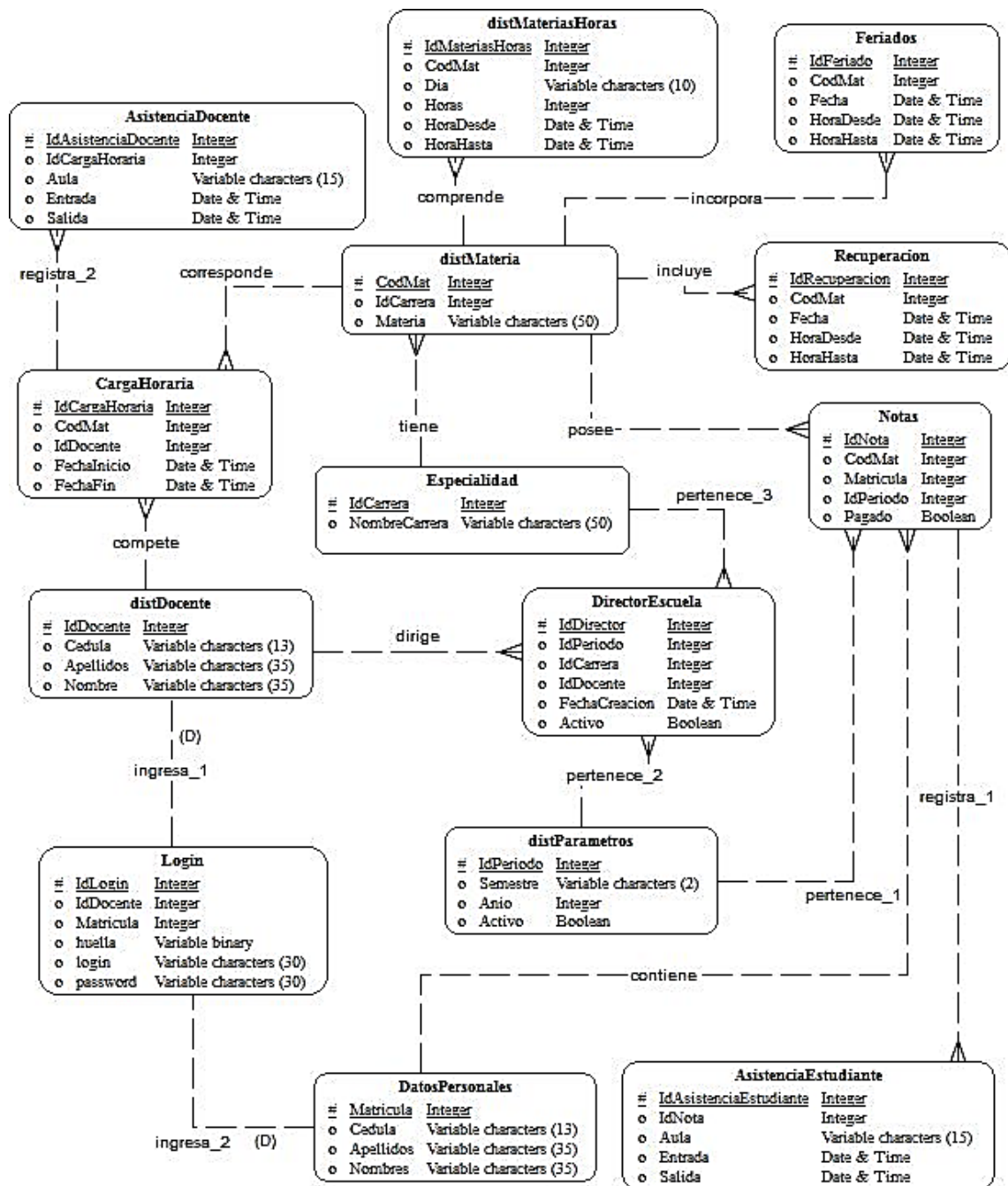


Figura 11: Modelo lógico de la base de datos

6.7. Diseño físico de la base de datos.

El modelo físico es la tercera y última fase del diseño de una base de datos completa, esta fase depende del sistema gestor de base de datos o SGBD que se utilizará para la administración de la misma, en este caso la base de datos de la universidad que posee todas las entidades necesarias para implementar el sistema de control de asistencia a las aulas está en SQL Server que según Microsoft (s.f.) esta herramienta es “un sistema de administración y análisis de bases de datos relacionales”.

Según Alegsa (2010) el diseño físico de una base de datos es “una descripción de la implementación de una base de datos en memoria secundaria, describiendo las estructuras de almacenamiento y los métodos de acceso a esos datos”. En esta fase las entidades se transforman en tablas, los atributos en columnas, se pueden reducir los nombres de las tablas en caso sea necesario, es importante revisar si las relaciones son las correctas, si no existen redundancias, es decir, en esta última fase se revisa que no exista ningún tipo de error.

En la Figura 12 se muestra el diseño físico que resultó de transformar el diseño lógico para un sistema gestor de base de datos SQL Server, se ven las tablas con sus respectivas columnas y como están relacionadas entre sí, en esta fase no es necesario mostrar los tipos de datos que se almacenará en cada columna, puesto que estos ya fueron definidos en la fase anterior.

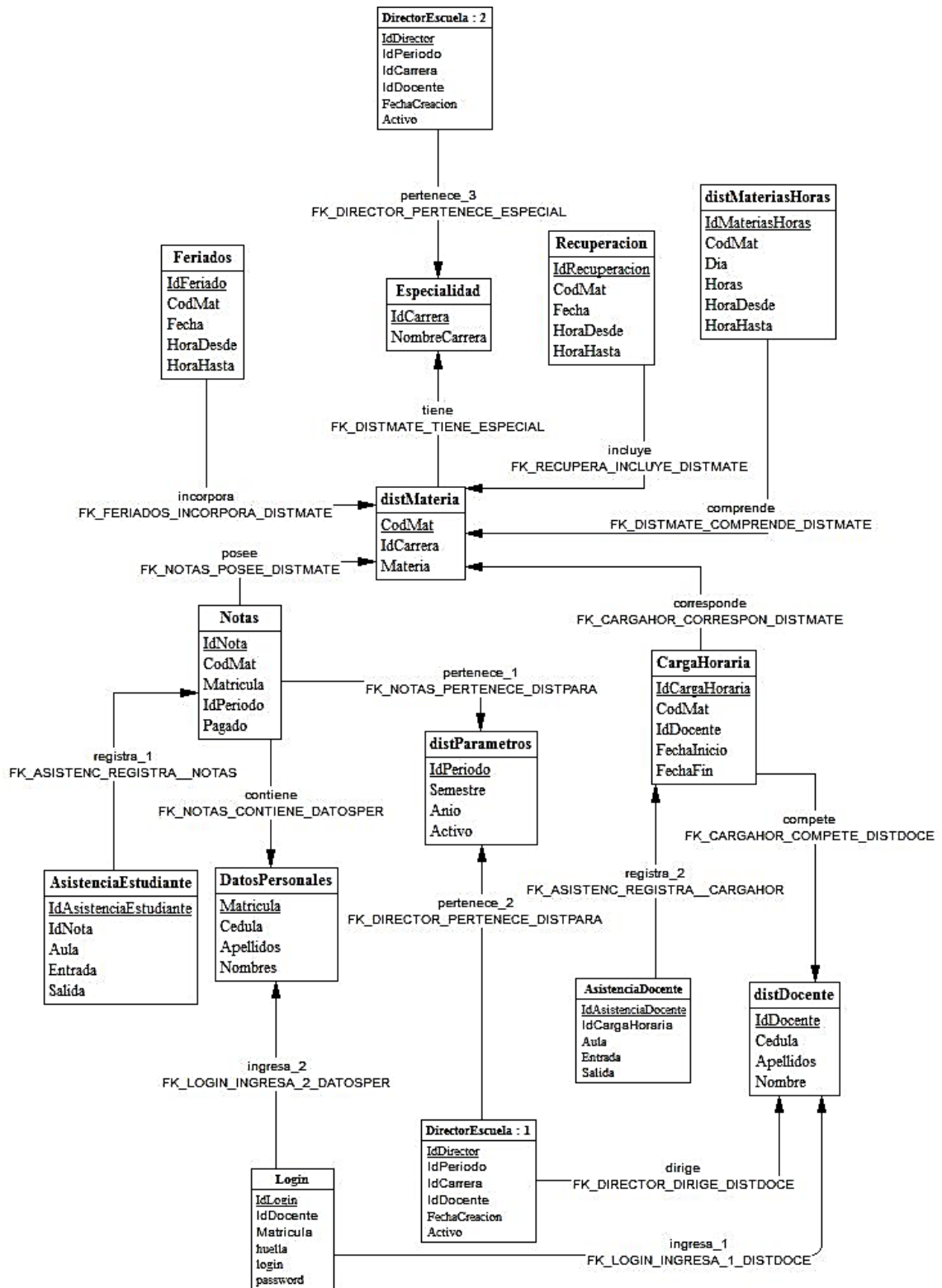


Figura 12: Modelo físico de la base de datos

6.8. Diseño de la interfaz gráfica del sistema.

Una interfaz gráfica o GUI (Graphical User Interface) según Mañas (2013) es “una interfaz de usuario en la que una persona interactúa con la información digital a través de un entorno gráfico de simulación”, al cual se lo denomina WYSIWYG (What you see is what you get), que significa ‘lo que ves es lo que obtienes’, es decir que cada ícono o imagen son metáforas de una acción.

En la Figura 13 se muestra una GUI del Sistema de Control de Asistencia para los directores, allí están las funcionalidades principales que se definieron en los Casos de Uso (Figura 8), tales como; Gestión de Profesores, Gestión de Horarios, Gestión de Periodos, Gestión de Calendario, Asistencia de Profesores y Estudiantes. También se incluye un LinkButton que es un botón de tipo hipervínculo para el sistema de profesores, que solo aparece si el director tiene materias a cargo.



Figura 13: Interfaz gráfica del Director de Escuela

La GUI del Sistema de Control de Asistencia para profesores se ve en la Figura 14, con sus principales funciones que se detallaron en los Casos de Uso (Figura 9), que son; Gestión de Estudiantes, Asistencia de Estudiantes y Mi Asistencia, en este caso se ve el LinkButton perteneciente al director de escuela que solo se activará para aquellos profesores que cumplen dicha función, caso contrario ambos LinkButton, el de director y profesor estarán desactivados, mostrando directamente las opciones principales del sistema para los docentes.



Figura 14: Interfaz gráfica del Docente

La última GUI del Sistema de Control de Asistencia se ve en la Figura 15, que le corresponde a los estudiantes, en este caso se cargan directamente las materias en que se encuentran matriculados en el periodo actual, cada asignatura es una opción, con la que podrán dar seguimiento y generar reportes diarios sobre sus registros de asistencia. También se incluye un LinkButton de 'Ver periodos anteriores' que sirve para ver sus asistencias de los anteriores semestres.



Sistema de Control de Asistencia

<u>VER PERIODOS ANTERIORES</u>		
2015 - II		
	<u>APLICACIONES DIFUSAS</u>	ISA20
	<u>GESTIÓN DE PROYECTOS</u>	IS840
	<u>INFORMÁTICA LEGAL</u>	ISA10
	<u>PROCESOS Y CALIDAD</u>	IS752
	<u>PROGRAMACIÓN AVANZADA</u>	IS826
	<u>SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA</u>	IS825
	<u>TITULACIÓN II</u>	IS845

© 2015

Figura 15: Interfaz gráfica del Estudiante

6.9. Conclusiones.

En la actualidad existen varios métodos para el control de asistencia de profesores y estudiantes, entre los que más destacables está el de la empresa londinense BQuTMS con su sistema SAMS, que es totalmente personalizable, que puede incluir dispositivos biométricos y paneles de control, para la PUCESE esta no sería una buena opción porque el costo de este sistema es muy alto, considerando que por solo 100 usuarios se debe pagar £49.95 (\$77.09) al mes y la universidad necesita para 1607 usuarios.

Los controles de asistencia para estudiantes y profesores que se identificaron en la PUCESE mediante el instrumento de investigación son variados, en el caso para tomar la asistencia de los alumnos, la mitad de los docentes utilizan una hoja a mano y la otra mitad se divide entre el uso de una herramienta informática, su memoria u otros,

mientras que la forma de controlar la asistencia de los profesores que más utilizan los directores de escuela es asistiendo personalmente a las aulas, pero que es algo que no lo realizan todos los días, pero si frecuentemente, por lo cual es necesario un método que permita realizar este control a diario y en cada hora de clases.

Las diferentes formas que existen para el control pueden ser: contraseñas, tarjetas, RFID, hojas u otros, y la biometría, la cual utiliza para la autenticación de los usuarios características propias de el mismo que son; ADN, dinámica de escritura, firma, geometría de la mano, huella dactilar, iris, reconocimiento facial, retina y voz, siendo la más idónea el uso de la huella dactilar por tener una alta facilidad de uso y por ser una de las menos invasivas.

Dentro de los lectores de huellas dactilares existen los de hardware privativo y hardware libre, siendo este último la mejor opción para la PUCESE por ser más económico, por no requerir SDK licenciados para el desarrollo del software y con el uso de una placa Arduino se puede armar un dispositivo según sean las necesidades y la infraestructura de la universidad, con un costo entre \$120.00 y \$175.00 dependiendo si se utiliza el Arduino chino o italiano.

Finalmente el sistema de control de asistencia se lo puede desarrollar en software libre o privado, como una opción, la PUCESE cuenta con licencia para Visual Studio 2012, pero en el caso del lector de huellas digitales el IDE es Open Source por ser Arduino, mientras que el costo del desarrollo del sistema general no tendría ningún valor si es desarrollado por el departamento de TIC de la universidad, caso contrario costaría alrededor de unos \$2,800.00.

6.10. Recomendaciones.

Todos los profesores y estudiantes deberán manejarse con una misma hora, así se evitará posibles problemas respecto a las diferentes horas de cada persona, dicha hora debe estar sincronizada con el servidor donde se encuentra el sistema de control de asistencia.

La PUCESE podría colocar varios monitores donde muestre el reloj del sistema, ubicados estratégicamente por todo el campus para que puedan ser observados más fácil y cómodamente por todos.

Sería importante que en los cambios de horas en la que los estudiantes y/o docentes tienen que ir de los laboratorios a las aulas o viceversa, se dé un espacio de entre 5 o 10 minutos para no retrasarse en el ingreso a la siguiente clase.

7. Referencias.

- 20minutos. (24 de noviembre de 2010). *Dos alumnos de la UCAM presentan un proyecto para el control de asistencia en el aula*. Recuperado el 19 de julio de 2015, de Murcia: www.20minutos.es/noticia/883333/0/
- Alegsa, L. (12 de mayo de 2010). *Definición de Diseño físico de bases de datos*. Recuperado el 16 de noviembre de 2015, de Diccionario de Informática y Tecnología: www.alegsa.com.ar/Dic/dise%C3%B1o%20f%C3%ADsico%20de%20bases%20de%20datos.php
- Aplicaciones Tecnológicas. (25 de agosto de 2010). *Biometría Aplicada*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de Huella Digital: www.aplicacionestecnologicas.com/Biometria/Huella_Digital/index.html
- Arduino. (s.f.). *Arduino Mega 2560 R3*. Recuperado el 08 de septiembre de 2015, de Arduino.cl: arduino.cl/arduino-mega-2560/
- Barela, S. (18 de octubre de 2013). *Coefficiente de correlación de Karl Pearson*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de Scribd.com: es.scribd.com/doc/177020907/Coefficiente-de-correlacion-de-Karl-Pearson
- Boté, J. (07 de enero de 2015). *Tipos de Frecuencias en Estadística*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de juanjobote.com: juanjobote.com/tipos-de-frecuencias-en-estadistica/
- BQuTMS. (s.f.). *Student Attendance Management System (SAMS) for Universities*. Recuperado el 18 de octubre de 2015, de Overview: www.bqutms.com/overview.html
- Bustamante, G. (julio de 2011). *Aproximación al muestreo estadístico en investigaciones científicas*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de Revista de Actualización Clínica Investiga: www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2304-37682011000700006&script=sci_arttext
- Cardona, M. (06 de agosto de 2012). *Sensores Biométricos*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de Automatización Industrial: automatizacioniue.blogspot.com/2012/08/sensores-biometricos.html

- Consejo Directivo PUCESE. (07 de mayo de 2009). *Reglamento de Profesores*. Recuperado el 14 de julio de 2015, de Normativas: www.pucese.edu.ec/images/Reglamentos/2012%20reglamento%20de%20profesores.pdf
- Consejo Directivo PUCESE. (18 de noviembre de 2010). *Reglamento Interno de Trabajo*. Recuperado el 14 de julio de 2015, de Normativa: www.pucese.edu.ec/images/Reglamentos/2012%20reglamento%20interno%20DE%20trabajo%20de%20la%20pontificia%20universidad%20catolica%20del%20Ecuador%20sede%20esmeraldas%20pucese.pdf
- Consejo Directivo PUCESE. (26 de abril de 2012). *Reglamento General de Estudiantes*. Recuperado el 14 de julio de 2015, de Normativas: www.pucese.edu.ec/images/Reglamentos/2012%20reglamento%20general%20de%20estudiantes.pdf
- Control Best. (s.f.). *Terminal Biométrico de Huella Digital Modelo Ceres H8*. Recuperado el 18 de octubre de 2015, de Control Best es Tecnología de Punta en Sistemas de Seguridad: www.controlbest-ec.com/Ceres_H8.html
- Egomexico. (s.f.). *¿Que es y como funciona la tecnología RFID?* Recuperado el 03 de agosto de 2015, de *¿Cómo funciona la tecnología de identificación por radio frecuencia o RFID?*: www.egomexico.com/tecnologia_rfid.htm
- EOrtega. (s.f.). *Tamaño de la muestra*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de Encuesta: sites.google.com/site/inicioortega/cesepcolima/sondeo-de-opinion/tamano-de-la-muestra
- Esfera TIC. (19 de mayo de 2012). *Bases de Datos (III). Diseño lógico*. Recuperado el 16 de noviembre de 2015, de Informática: www.esferatic.com/2012/05/bases-de-datos-iii-diseno-logico/
- Fernandez, I. (15 de julio de 2013). *Hablemos de biometría: ventajas y desventajas*. Recuperado el 09 de septiembre de 2015, de Umanik: www.umanick.info/2013/07/hablemos-de-biometria-ventajas-y.html
- Flores Dehoy, C. (09 de noviembre de 2014). *Validez y confiabilidad en la recolección de datos*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de SlideShare: es.slideshare.net/carmenelena1806/validez-y-confiabilidad-41327639
- Francisco. (17 de enero de 2014). *Distribución de probabilidad Normal*. Recuperado el 25 de agosto de 2015, de

- habitantedelinfinito.blogspot.com/2014/01/distribucion-de-probabilidad-normal.html
- Galan Amador, M. (30 de agosto de 2012). *Metodologías de la Investigación*. Recuperado el 03 de agosto de 2015, de Investigación Descriptiva: manuelgalan.blogspot.com/2012_08_26_archive.html
- Gonzalez, R. (30 de marzo de 2012). *Ingeniería de Dispositivos Móviles*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de API, SDK & IDE: ramon-gzz.blogspot.com/2012/02/api-sdk-ide.html
- Griaule Biometrics. (2014). *Fingerprint SDK 2009 - ¡Griaule lanzó su nueva versión de software!* Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de Fingerprint SDK: www.griaulebiometrics.com/es/fingerprint_sdk/overview
- Hueso, A., & Cascant, M. (2012). *Metodologías y Técnicas Cuantitativas de Investigación*. Recuperado el 04 de agosto de 2015, de Cuadernos Docentes en Proceso de Desarrollo: riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/17004/Metodolog%C3%ADa%20y%20t%C3%A9cnicas%20cuantitativas%20de%20investigaci%C3%B3n_6060.pdf?sequence=3
- IBM. (s.f.). *Herramientas básicas para el análisis estadístico*. Recuperado el 03 de agosto de 2015, de SPSS Statistics Base: www-03.ibm.com/software/products/es/spss-stats-base
- Lema, J. (30 de diciembre de 2014). *Estimación de Costos y Esfuerzo en los Proyectos de Software aplicando COCOMO*. Recuperado el 10 de septiembre de 2015, de QA, Tecnología y mas: qadfhc.blogspot.com/2014/12/estimacion-de-costos-y-esfuerzo-en-los.html
- Mañas Carbonell, M. (10 de enero de 2013). *Interfaz gráfica de usuario (GUI)*. Recuperado el 21 de noviembre de 2015, de #EscribirEnInternet: www.fundeu.es/escribireninternet/interfaz-grafica-de-usuario-gui
- Medra, J. (29 de junio de 2015). *Diagramas de UML y BPMN*. Recuperado el 14 de octubre de 2015, de JorgeMedra.NET: www.jorgemedra.net/?p=325
- MercadoLibre. (s.f.). *Electrónica, Audio y Video*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de MercadoLibre.com.ec: home.mercadolibre.com.ec/electronica/
- Microsoft. (s.f.). *Documentacion*. Recuperado el 16 de noviembre de 2015, de Microsoft SQL Server: msdn.microsoft.com/es-es/library/bb545450.aspx

- Moreno, M. (26 de agosto de 2015). *Modelado de procesos*. Recuperado el 14 de octubre de 2015, de Blog de Mariela Moreno:
cramarielamoreno.blogspot.com/p/modelado-de-procesos.html
- Ochoa, C. (08 de abril de 2015). *Muestreo probabilístico: Muestreo aleatorio simple*. Recuperado el 04 de agosto de 2015, de La actualidad sobre la investigación por internet: www.netquest.com/blog/es/muestreo-probabilistico-muestreo-aleatorio-simple/
- Pack, I. (22 de febrero de 2013). *New Biometric Student Attendance Management System Aids Universities to Maintain UKBA Highly Trusted Status*. Recuperado el 31 de julio de 2015, de News Center:
www.prweb.com/releases/2013/2/prweb10458940.htm
- Prweb. (22 de febrero de 2013). *New Biometric Student Attendance Management System Aids Universities to Maintain UKBA Highly Trusted Status*. Recuperado el 31 de julio de 2015, de www.prweb.com/releases/2013/2/prweb10458940.htm
- Punto Flotante S.A. (s.f.). *proyecto: sistema de bajo costo para control de asistencia escolar, con un lector RFID-USB de 13.56 Mhz y un sencillo programa Excel con macros VBA*. Recuperado el 20 de julio de 2015, de www.puntoflotante.net/rfid-usb-13.56-control-de-asistencia.htm
- Ruiz de Teresa, C. (s.f.). *Proyecto de control de asistencia para maestros y alumnos en las escuelas del sector educativo nacional*. Recuperado el 14 de julio de 2015, de Biblioteca Digital del CONEVyT:
bibliotecadigital.conevyt.org.mx/concurso/tematica_d/0001.pdf
- Sanchez Avila, C. (s.f.). *Aplicaciones de la Biometría a la Seguridad*. Recuperado el 06 de septiembre de 2015, de Red temática de criptografía y seguridad de la información: www.criptored.upm.es/descarga/TASSI2012_CarmenSanchez.pdf
- Sandoval, J., & Sigüenza, R. (2011). *Análisis, diseño e implementación del sistema de control de asistencia de personal docente y administrativo de la Escuela Fiscal Mixta Rafael Aguilar Pesantez*. Recuperado el 14 de julio de 2015, de Repositorio Digital - UPS:
dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1636/14/UPS-CT002157.pdf
- Tiguer. (13 de agosto de 2014). *¿Aún no sabes qué es el software libre? ¿Y el hardware libre?* Recuperado el 08 de septiembre de 2015, de Ubuntizando:
www.ubuntizando.com/2014/08/13/aun-no-sabes-que-es-el-software-libre-y-que-es-el-hardware-libre/

- Trias, V. (07 de marzo de 2013). *Nuevo sistema biométrico en el Reino Unido: Control de asistencia de estudiantes universitarios*. Recuperado el 19 de julio de 2015, de Todo sobre Reino Unido: www.hotcourseslatinoamerica.com/study-in-the-uk/latest-news/nuevo-sistema-de-gestion-biometrica-para-universidades-en-uk/
- Universia España. (09 de abril de 2010). *Control de asistencia para profesores*. Recuperado el 14 de julio de 2015, de Universidades: noticias.universia.es/ciencia-nn-tt/noticia/2010/04/09/669697/control-asistencia-profesores.html
- Universidad Privada de Santa Cruz. (27 de febrero de 2015). *Control de asistencia a clases mediante sistema electrónico*. Recuperado el 20 de julio de 2015, de Noticias UPSA: www.upsa.edu.bo/index.php/en/news-upsa/925-control-de-asistencia-a-clases-mediante-sistema-electronico
- Vargas, A. (18 de octubre de 2010). *Métricas del Software*. Recuperado el 10 de septiembre de 2015, de Ingeniería del Software: arielvargasu.blogspot.com/2010/10/metricas-del-software.html

8. Anexos.

8.1. Encuesta director de escuela.

La presente encuesta tiene el objetivo de conocer como controlan la asistencia a las aulas de clases los directores de escuela a sus docentes. Sus respuestas son confidenciales y no tendrán otro uso que para fines de mi trabajo de fin de carrera, por lo que se agradecería responder de acuerdo a la realidad. Por favor, encierre la respuesta, según corresponda.

- 1. ¿Controla la puntualidad de los maestros en el inicio de sus horas de clases?**
 - a. Siempre.
 - b. Casi siempre.
 - c. A veces.
 - d. Casi nunca.
 - e. Nunca.
- 2. ¿Verifica el cumplimiento de las horas de clases de los profesores?**
 - a. Siempre.
 - b. Casi siempre.
 - c. A veces.
 - d. Casi nunca.
 - e. Nunca.
- 3. ¿Con qué frecuencia controla la asistencia de los docentes a las aulas de clases?**
 - a. Siempre.
 - b. Casi siempre.
 - c. A veces.
 - d. Casi nunca.
 - e. Nunca.
- 4. ¿De qué manera controla la asistencia de los maestros a las aulas de clases?**
 - a. Leccionario llenado por el mismo docente.
 - b. Asistiendo a cada hora de clases de cada maestro.

- c. A través de los estudiantes.
 - d. Mediante la revisión en el sistema biométrico de la PUCESE.
 - e. Ninguno.
 - f. Otro: _____
-

- 5. ¿Cree usted conveniente que la PUCESE utilice un sistema automatizado en las aulas para controlar la asistencia de los maestros y estudiantes?**
- a. Si.
 - b. No.

8.2. Encuesta docente.

La presente encuesta tiene el objetivo de conocer como controla la asistencia a sus estudiantes. Sus respuestas son confidenciales y no tendrán otro uso que para fines de mi trabajo de fin de carrera, por lo que se agradecería responder de acuerdo a la realidad. Por favor, encierre la respuesta, según corresponda.

- 1. ¿Con qué frecuencia asiste puntualmente a las aulas de clases?**
- a. Siempre.
 - b. Casi siempre.
 - c. A veces.
 - d. Casi nunca.
 - e. Nunca.
- 2. ¿Controla la asistencia de sus estudiantes?**
- a. Siempre.
 - b. Casi siempre.
 - c. A veces.
 - d. Casi nunca.
 - e. Nunca.
- 3. ¿En qué momentos toma la asistencia de sus alumnos?**
- a. Al inicio de las clases.
 - b. Cada hora de clases, en caso de tener dos o más horas consecutivas.
 - c. Al inicio y fin de las clases.
 - d. Nunca.

4. ¿Qué usa para el control de asistencia de sus estudiantes?

- a. Hoja a mano.
- b. Herramienta informática.
- c. Su memoria.
- d. Otro: _____

5. ¿Con qué frecuencia da reportes sobre la asistencia a sus estudiantes?

- a. Siempre.
- b. Casi siempre.
- c. A veces.
- d. Casi nunca.
- e. Nunca.

6. ¿Cree usted conveniente que la PUCESE utilice un sistema automatizado en las aulas para controlar la asistencia de los maestros y estudiantes?

- a. Si.
- b. No.

8.3. Encuesta estudiante.

La presente encuesta tiene el objetivo de conocer como controlan la asistencia los docentes a sus estudiantes. Sus respuestas son confidenciales y no tendrán otro uso que para fines de mi trabajo de fin de carrera, por lo que se agradecería responder de acuerdo a la realidad. Por favor, encierre la respuesta, según corresponda.

1. ¿Con qué frecuencia asiste puntualmente a las aulas de clases?

- a. Siempre.
- b. Casi siempre.
- c. A veces.
- d. Casi nunca.
- e. Nunca.

2. ¿Cuántos de sus actuales profesores toman la asistencia?

- a. Todos.
- b. Casi todos.
- c. La mitad.

- d. Casi ninguno.
 - e. Ninguno.
- 3. ¿Cuántos de sus actuales profesores toman la asistencia solo al inicio de clases?**
- a. Todos.
 - b. Casi todos.
 - c. La mitad.
 - d. Casi ninguno.
 - e. Ninguno.
- 4. ¿Cuántos de sus actuales profesores toman la asistencia cada hora de clases? en caso de tener dos o más horas consecutivas.**
- a. Todos.
 - b. Casi todos.
 - c. La mitad.
 - d. Casi ninguno.
 - e. Ninguno.
- 5. ¿Cuántos de sus profesores toman la asistencia al inicio y fin de las clases?**
- a. Todos.
 - b. Casi todos.
 - c. La mitad.
 - d. Casi ninguno.
 - e. Ninguno.
- 6. ¿Cuántos de sus profesores te dan reportes sobre tu asistencia?**
- a. Todos.
 - b. Casi todos.
 - c. La mitad.
 - d. Casi ninguno.
 - e. Ninguno.
- 7. ¿Cree usted conveniente que la PUCESE utilice un sistema automatizado en las aulas para controlar la asistencia de los maestros y estudiantes?**
- a. Si.
 - b. No.