

El Rol del Estilo de Aprendizaje en la Enseñanza de Prácticas de Scrum: Un Enfoque Estadístico

Ezequiel Scott, Guillermo Rodríguez, Álvaro Soria y Marcelo Campo

ISISTAN Research Institute (CONICET-UNICEN)
Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco, B7001BBO, Tandil, Bs. As.

{ezequiel.scott, guillermo.rodriguez, alvaro.soria, marcelo.campo}@isistan.unicen.edu.ar

Resumen El creciente uso de Scrum en la industria ha alentado a las universidades a reorientar los cursos de Ingeniería de Software con el fin de preparar a los estudiantes para su futuro profesional. La tendencia para enseñar Scrum es diseñar cursos basados en proyectos pilotos. El problema aquí es la gran cantidad de información generada en el proceso de enseñanza que dificulta la tarea del docente para conocer el tipo de preferencias de los estudiantes cuando aprenden y cómo se relacionan con las prácticas que realizan. Para ello, el uso del estilo de aprendizaje aparece como un recurso a ser explorado que contribuye a descubrir las preferencias de los estudiantes cuando aprenden. El objetivo de este trabajo es analizar si existen relaciones entre las prácticas que realizan los estudiantes y su estilo de aprendizaje. Hemos usados datos recolectados de un curso de Ingeniería de Software de la UNICEN y los resultados validan nuestras hipótesis sobre la existencia de dichas relaciones. En particular se destaca la influencia de la dimensión de Procesamiento de la información del modelo de Felder-Silverman sobre la forma de estimar User Stories, como así también, el seguimiento de procesos y tiempo de realización de tareas.

Palabras clave: Educación en Ingeniería de Software; Desarrollo ágil de Software; Scrum; Estilos de Aprendizaje

1. Introducción

La adopción de métodos ágiles de desarrollo de software ha crecido ampliamente en los últimos años por sus aportes significativos en mejoras en productividad, calidad de software y satisfacción del cliente [1]. Dentro de los métodos ágiles, Scrum es el método más utilizado por estar especialmente enfocado en el manejo de proyectos y por haber demostrado efectividad en el desarrollo de proyectos de software de pequeña y mediana escala ¹.

¹ <http://www.versionone.com/pdf/7th-Annual-State-of-Agile-Development-Survey.pdf>

Acompañando esta tendencia, la academia ha comenzado a incorporar las metodologías ágiles en cursos de Ingeniería de Software para proveer a los estudiantes los conceptos actuales para desenvolverse en la industria [2,3]. Habitualmente, la enseñanza de prácticas ágiles se realiza por medio de proyectos pilotos que deben ser desarrollados por estudiantes a lo largo del curso [4,5]. En este tipo de curso, el docente debe guiar a los estudiantes en la efectiva ejecución de las prácticas ágiles (por ejemplo, especificación de requerimientos llamados User Stories en la jerga de Scrum, planificación de las actividades para su desarrollo, etc.) e inspeccionar los artefactos de software que los estudiantes producen para identificar las diversas necesidades de enseñanza de cada estudiante. El problema aquí es que el docente debe analizar una gran cantidad de información generada en el proceso de enseñanza para poder asistir efectivamente a los estudiantes. En efecto, el desafío aquí es cómo utilizar efectivamente esa gran cantidad de información para encontrar patrones de comportamiento significativos que ayuden a los docentes a decidir las estrategias de enseñanza adecuadas de acuerdo a las características únicas de los individuos [6].

En este contexto, el objetivo de este trabajo es explorar la construcción de un perfil del estudiante que indique sus inclinaciones y preferencias cuando aprende las prácticas ágiles. En este sentido, utilizar el modelo de estilos de aprendizaje propuesto por Felder-Silverman [7] para comprender el comportamiento de los estudiantes aparece como una alternativa adecuada a ser explorada. El modelo de Felder-Silverman propone clasificar a los estudiantes dentro de 4 dimensiones: *Percepción*, *Procesamiento*, *Entendimiento*, y *Entrada de Información*. Estas dimensiones indican tendencias de los estudiantes en la manera de recibir y procesar la información, que pueden ser tenidas en cuenta por los docentes para focalizar la enseñanza en las necesidades, habilidades y preferencias de los estudiantes mientras aprenden [8]. En particular, los estilos de aprendizaje podrían ayudar a determinar la forma en que los estudiantes se desempeñan en un curso de enseñanza de prácticas ágiles.

En este trabajo se presenta un análisis estadístico de las relaciones entre el estilo de aprendizaje y la forma en que los estudiantes realizan las prácticas de Scrum. Este análisis comprendió de la definición de un conjunto de hipótesis sobre la relación entre las dimensiones de los estudiantes y evidencias de ejecución de prácticas ágiles. Estas hipótesis fueron validadas utilizando las pruebas estadísticas de Chi-Cuadrado y Suma de Rangos de Wilcoxon [9] sobre un conjunto de evidencias recolectadas a partir de logs de interacción de los estudiantes con una herramienta que da soporte al proceso de Scrum. En particular las evidencias analizadas provinieron del desarrollo de un proyecto piloto que contó con 33 estudiantes en el marco de un curso de Ingeniería de Software en la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Bs. As. (UNICEN). Como resultado se determinó que, en particular, la dimensión de *Procesamiento* se destaca de las otras dimensiones como indicador de la relación con la forma de estimar una User Story ($Z = -4,594$, $p < 0,05$), el seguimiento de sus progresos ($Z = -4,456$, $p < 0,05$) y el tiempo de su realización ($Z = -5,176$, $p < 0,05$).

El resto del artículo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 describe el contexto del trabajo, mientras que la sección 3 el enfoque estadístico propuesto. En la sección 4 se describen los experimentos realizados. Finalmente, en la sección 5 se presentan las conclusiones de este trabajo, junto con posibles futuras líneas de trabajo.

2. Contexto

Scrum es una metodología ágil de desarrollo de proyectos que se emplea en entornos que trabajan con requerimientos cambiantes y que demandan rapidez y flexibilidad [10]. Scrum establece un modelo de desarrollo de carácter adaptable más que predictivo, que está orientado a las personas más que a los procesos, y emplea una estructura de desarrollo ágil iterativa e incremental.

El proceso de Scrum inicia con la carga y priorización de requerimientos, llamados User Stories (US) en la jerga de Scrum, en el Product Backlog. Las US en el Product Backlog son desarrollados en iteraciones denominadas Sprints. Para cada Sprint, se selecciona un subconjunto de US del Product Backlog (Sprint Backlog) que serán desarrolladas durante el Sprint. Un Sprint tiene una duración de entre 2 y 4 semanas y los miembros del equipo de Scrum se reúnen diariamente (Daily Meetings) para evaluar el progreso del desarrollo de las US del Sprint Backlog. Al final de cada Sprint, el equipo de Scrum es responsable de entregar una parte del producto que se pueda validar y de realizar una reunión de retrospectiva. En esta reunión el equipo reflexiona sobre lo ocurrido y aprendido en el Sprint en pos de mejorar para los siguientes Sprints.

Desde un punto de vista académico, esta característica iterativa e incremental de Scrum, junto con las reuniones diarias y de retrospectiva, le permiten al estudiante recibir feedback inmediato de la forma en que se están realizando las prácticas ágiles; por otro lado, le facilitan al docente la tarea de identificar tempranamente problemas en el entendimientos de las prácticas y proponer acciones correctivas que los estudiantes puedan considerar en el siguiente Sprint, sin tener que esperar al fin del proyecto para recibir este feedback; situación que sucedía siguiendo un modelo de ciclo de vida en cascada al igual que en la industria.

Estas mejoras están siendo introducidas en diferentes universidades con el objetivo de disminuir la brecha entre la formación universitaria de profesionales y la industria del software. Varias investigaciones han reportado la incorporación de estrategias de enseñanza para lograr una mejor comprensión de las prácticas ágiles por parte de los estudiantes, obteniendo resultados favorables [11,2]. En [4] se muestra una experiencia de enseñanza de Scrum a un conjunto de estudiantes durante un curso de Ingeniería de Software mediante proyectos pilotos. En base a las actividades realizadas por los estudiantes en el curso, el autor identifica el comportamiento de los estudiantes, la percepción al usar Scrum y propone recomendaciones y sugerencias para llevar adelante un curso de Scrum basado en la realización de un proyecto piloto en el aula. Siguiendo esta línea, en [12] se creó un modelo de simulación para realizar estudios sobre cómo descubrir desviaciones al proceso Scrum. Uno de los objetivos de este trabajo era

el de exponer a los estudiantes a las desviaciones y explicarles explícitamente por qué estas ocurren. Por su parte, Devedzic y Milenkovic [13] recomiendan un conjunto de prácticas, resultantes de la combinación de Scrum y XP, para hacer más efectiva la adopción de las metodologías, evitando potenciales problemas de los estudiantes. En línea con nuestro trabajo, la investigación permite afirmar el hecho que las características de los estudiantes como individuos afectan directamente a cómo se desempeñan en el proceso de desarrollo ágil.

Para analizar estas características individuales que forman parte del perfil del estudiante, los estilos de aprendizaje han sido explorados en diferentes cursos basados en la interacción con herramientas. Aunque existen diferentes modelos teóricos usados para evaluar los estilos de aprendizaje [14], en nuestro trabajo nos centramos en el modelo de Felder-Silverman [7] dado que es uno de los más utilizados en el contexto de estudiantes de Ingeniería mostrando resultados prometedores [15,16,17]. En este contexto, el uso del Índice de Estilos de Aprendizaje [18] ha sido probado y avalado por numerosos estudios que sugieren incorporarlo como un buen recurso para mejorar la calidad de la enseñanza [19,7], y aparece como una alternativa interesante a ser explorada. El modelo posee varias características que lo diferencian de los otros. Una de ellas es que permite distinguir las tendencias de los estudiantes como fuertes o débiles de acuerdo a sus preferencias dentro de cuatro dimensiones: *Percepción*, *Entendimiento*, *Procesamiento*, y *Entrada de la Información*. A su vez, los extremos de las dimensiones resaltan los estilos intuitivo/sensitivo, secuencial/global, activo/reflexivo, y visual/verbal. Otro beneficio, es considerar que las características que presenta cada estilo no son comportamientos invariables sino tendencias que pueden ser manifestadas por un sujeto en una determinada ocasión. Según Felder-Silverman, los estudiantes sensitivos prefieren aprender mediante material concreto, mientras que los intuitivos prefieren material más abstracto. Los secuenciales aprenden mejor mediante pasos lineales y bien definidos, mientras que los globales prefieren los largos pasos. Un alumno activo prefiere realizar tareas, o bien discutir acerca de los conceptos, mientras que un reflexivo tiende a manipular y examinar la información introspectivamente. Además, si se prefieren las imágenes y representaciones visuales en vez de las narraciones y sonidos que expliquen los conceptos, se distinguen los estudiantes visuales de los verbales.

No obstante, pocas investigaciones analizan la forma en que los estudiantes realizan las prácticas ágiles involucradas en el desarrollo de software [20,2]. Por lo tanto, nuestro enfoque considera el modelo de Índice de Estilos de Aprendizaje propuesto por Felder-Silverman para relacionar el comportamiento que los estudiantes presentan a la hora de llevar a cabo las prácticas de Scrum por primera vez.

3. Enfoque Estadístico e Hipótesis de Investigación

El estudio presentado en este artículo se realizó en el curso Ingeniería de Software que se dicta en el último año de la carrera de Ingeniería de Sistemas de

la Facultad de Ciencias Exactas ² de la UNICEN. El curso tiene una duración de 60 horas a lo largo de 1 cuatrimestre y está diseñado para enseñar Scrum por medio de un ambiente controlado cuyas características simulan el mundo real. El objetivo principal que persigue el curso es enseñar los tópicos actuales de Ingeniería de Software por medio de un proyecto piloto, que les permite integrar sus conocimientos previos junto a sus habilidades colaborativas relacionadas con la comunicación y el *management*. Para llevar a cabo el curso, los estudiantes son organizados en equipos (Scrum Teams) que deben interactuar para desarrollar el proyecto con calidad profesional. Dentro de cada equipo, un estudiante juega el rol de Scrum Master. Los requerimientos del proyecto son dados por el profesor, el cual juega el rol de Product Owner, y cada Scrum Team debe expresarlos en forma de User Stories (US) [21].

Siguiendo Scrum, el curso de 16 semanas de duración es organizado en 4 Sprints de 4 semanas de duración. La primera iteración sirve como un Sprint de preparación antes de dar comienzo al proyecto, donde los estudiantes se familiarizan con las prácticas de Scrum y el ambiente de desarrollo que da soporte a estas prácticas. En particular, el ambiente de desarrollo en este curso es definido por la cátedra y consiste de un versionador de código, como SVN³, un repositorio de documentos implementado con tecnologías web para la fácil accesibilidad y distribución, como Xwiki⁴, y un gestor de tareas para manejar el proyecto, como es el caso de Teamwork⁵. En cada uno de los siguientes Sprints, los equipos son responsables de desarrollar un incremento parcial del producto. De acuerdo con Scrum, cada Sprint comienza con una reunión donde se negocia el Sprint Backlog con el Product Owner, y posteriormente se planifican las US en dicho backlog. Luego, cada Scrum Team es responsable de desarrollar un conjunto de User Stories a lo largo del Sprint, las cuales son subdivididas en tareas de menor complejidad, pero similares entre ellas. Adicionalmente, los estudiantes tienen reuniones frecuentes con el Product Owner que complementan las Daily Meetings. Debido a limitaciones en las instalaciones universitarias, cada equipo tiene dos reuniones semanales de 15 minutos con el Product Owner, en donde además del estado actual de cada US, exponen un registro de las horas invertidas en su desarrollo.

Al final de cada Sprint, se llevan a cabo las reuniones de *Sprint Review* y *Sprint Retrospective*, las cuales concluyen la iteración. En la primera, los estudiantes presentan el incremento del producto al Product Owner con el fin de llevar a cabo su validación. En la segunda, los estudiantes reflexionan acerca de cómo ha sido su desempeño como equipo a lo largo de la iteración, aportando sugerencias y mejoras a implementar en una nueva iteración. En esta reunión, el docente debe guiar al equipo en la reflexión y personalizar las correcciones a cada miembro del equipo. Esta personalización es producto del análisis del desempeño

² <http://www.exa.unicen.edu.ar/>

³ <http://subversion.tigris.org/>

⁴ <http://www.xwiki.org/>

⁵ <http://www.twproject.com/>

de los estudiantes en cada iteración. En este contexto, la consideración del estilo de aprendizaje de cada estudiante cobra relevancia.

El objetivo de nuestro análisis estadístico es descubrir indicadores que permitan ayudar al docente a conocer la forma en que los estudiantes se comportan mientras aprenden Scrum para facilitar la personalización de su enseñanza. Para esto, nuestra metodología de análisis se centra en los estilos de aprendizaje para determinar relaciones entre estos comportamientos y las preferencias o inclinaciones personales de cada estudiante a la hora de aprender. De esta manera, en un contexto de educación centrado en el alumno, el docente puede poner en un primer plano las preferencias, necesidades y habilidades de ellos, diseñar experiencias de aprendizaje satisfactorias e incluso anticiparse a los problemas que se presentarán y brindar sugerencias personalizadas en consecuencia. La Figura 1 muestra la metodología para llevar a cabo el análisis propuesto.

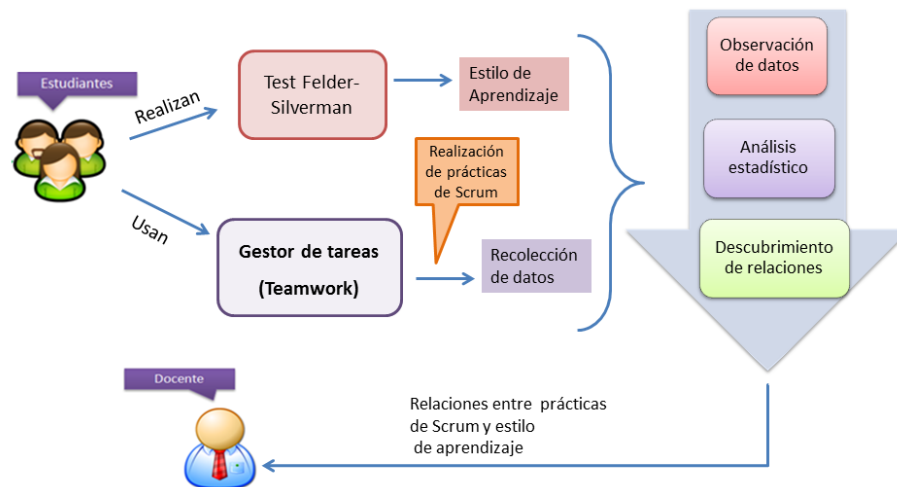


Figura 1. Metodología de análisis

En primer lugar, los estudiantes completan el test de Felder-Silverman el cual será necesario para introducir al enfoque el estilo de aprendizaje y, de esta manera, hallar relaciones entre las preferencias de los estudiantes a la hora de aprender y los contenidos aprendidos. Asimismo, a medida que los estudiantes hacen uso de las herramientas necesarias para llevar a cabo el proyecto piloto, se capturan datos acerca de las actividades que éstos realizaron. Por ejemplo, un registro podría contener el nombre del estudiante, su posición dentro del equipo, su porcentaje de completitud de tareas, la cantidad de entradas de cambios al versionador de código, la cantidad de documentos y su estilo de aprendizaje.

Particularmente, en el análisis presentado en este trabajo nos focalizamos en los registros de interacción resultantes de la herramienta Teamwork. En este

contexto, de acuerdo a la naturaleza de las prácticas de Scrum soportadas por la herramienta y las dimensiones del estilo de aprendizaje de Felder-Silverman, establecimos las siguientes variables (V) e hipótesis (H):

- Estimación de User Stories (V_1): indicando el valor de estimación de User Stories, el cual puede ser alto, medio o bajo.
 - Los estudiantes intuitivos estiman las User Stories con valores menores que los estudiantes sensitivos (H1). En línea con el modelo de Felder-Silverman, esto podría deberse a que los estudiantes sensitivos son atentos a los detalles y tienen tendencias experimentales, lo que podría influir a la hora de estimar un mayor tiempo en realizar tareas ya que toman en cuenta soluciones experimentales o alternativas.
 - Los estudiantes reflexivos estiman las User Stories con valores menores que los estudiantes activos (H2). Dado que los estudiantes activos se caracterizan por dar rápidas respuestas, con tendencias a resolver tareas mediante *prueba y error*, lo que va de la mano con respuestas quizás superficiales, puede que estimen mayor tiempo que los reflexivos, dado que éstos analizan en profundidad la tarea a realizar y, de esta manera, precisan menores tiempos de estimación.
 - Los estudiantes globales estiman las User Stories con valores mayores que los estudiantes secuenciales (H3). Los estudiantes globales pueden llegar a estar perdidos por días, viéndose incapaces de resolver problemas simples hasta que entienden todo el problema. Esto puede llevar a que se planteen las tareas como difíciles de resolver en una primera instancia, y entonces asignen altos valores en su estimación.
 - Los estudiantes visuales no presentan diferencias en los valores de estimación respecto de los verbales (H14). Esto podría deberse a que la técnica de estimación contempla tanto una parte visual, mediante el uso de cartas con los valores de estimación impresos, y una parte verbal que lleva al consenso grupal del valor de estimación. Por lo tanto, no es posible asociar los altos/bajos valores de estimación con las características visuales/verbales del modelo.
- Progreso de las tareas (V_2): indica el nivel de progreso de la tarea realizada por un estudiante, el cual puede ser pendiente, en progreso o finalizada.
 - Los estudiantes sensitivos poseen un mayor número de tareas satisfaciendo el criterio de "listo" que de los intuitivos (H7). De acuerdo al modelo de Felder-Silverman, un estudiante sensitivo tiene en cuenta más detalles a la hora de realizar sus actividades por lo que podría esperarse que tenga mayor cantidad de tareas "listas" ya que considera todos los criterios requeridos para considerarla como tal.
 - Los estudiantes reflexivos presentan menos cantidad de tareas finalizadas que los activos (H8). La formulación de la hipótesis deriva de que los estudiantes reflexivos se sienten más cómodos razonando profundamente sobre tareas; por ello, es posible que se auto-asignen menos tareas consideradas de mayor complejidad ya que requieren un pensamiento más profundo.

- Los estudiantes globales presentan una mayor cantidad de tareas finalizadas que los secuenciales (H9). Dado que los estudiantes globales toman tiempo adicional para entender el problema como un todo, es de esperar que tengan en cuenta todos los detalles requeridos para que una tarea sea considerada "lista" por el Scrum Master.
- Los estudiantes visuales presentan una mayor cantidad de tareas finalizadas que los verbales (H10). Debido a que la herramienta en consideración Teamwork posee un panel dividido en TODO, DOING y DONE, y las User Stories son representadas gráficamente con Sticky Notes, puede que los estudiantes visuales presten más atención a actualizar el estado de completitud.
- Tiempo de desarrollo de tareas (V_3): indica el tiempo que le llevó a un estudiante desarrollar una determinada tarea perteneciente a una User Story, el cual puede ser alto, medio o bajo.
 - Los estudiantes sensitivos requieren más tiempo que los intuitivos para finalizar sus tareas (H4). En su modelo, los autores advierten que los estudiantes sensitivos pueden ser lentos en comparación con los intuitivos, por lo que podría esperarse que el tiempo necesario para desarrollar las User Stories sea mayor en los estudiantes sensitivos.
 - Los estudiantes reflexivos tardan menos tiempo en realizar tareas que los activos (H6). Los estudiantes activos se sienten más cómodos realizando tareas grupales, ya que tienen la necesidad de experimentar activamente las soluciones con otros. Dado que las tareas son asignadas a cada individuo, puede que ese sea un factor que tenga incidencia en el tiempo que les consume realizar una tarea.
 - Los estudiantes globales tardan más tiempo en realizar tareas que los secuenciales (H5). Similar a lo que sucede con la estimación, los estudiantes globales pueden llegar a estar perdidos por días hasta que comprenden el problema totalmente. Esto podría causar que el tiempo requerido para final una tarea sea mayor que el de los secuenciales.
 - Los estudiantes visuales no presentan diferencias en el tiempo de desarrollo de tareas con respecto a los verbales (H15). De manera similar a lo expuesto para la variable V_1 , no es posible asociar el tiempo requerido para finalizar User Stories con las características visuales/verbales del modelo de Felder-Silverman. Esto podría deberse a que la forma de realizar las tareas, y consecuentemente terminirlas, puede involucrar actividades tanto visuales (por ej., analizando diagramas) como verbales (por ej. escuchando audios sobre la resolución del problema).
- Priorización de User Stories (V_4): indica el nivel de priorización de User Stories por parte del estudiante, el cual puede ser alto, medio o bajo.
 - Los estudiantes intuitivos asignan menos prioridad a User Stories que los sensitivos (H11). Los estudiantes sensitivos son descritos por el modelo como atentos a los detalles. Por lo tanto, éstos podrían asignar mayor importancia a las User Stories debido a que toman en cuenta situaciones experimentales o alternativas.

- Los estudiantes reflexivos asignan mayores valores de priorización de las User Stories que los activos (H12). Por las características de pensamiento profundo y afinidad al pensamiento teórico de los estudiantes reflexivos podría esperarse que asignen alta prioridad a las tareas que se auto-asignan, ya que las pueden considerar de gran complejidad e importancia.
- Los globales asignan mayores prioridades a las User Stories que los secuenciales (H13). Esta característica podría estar relacionada con la necesidad de los estudiantes globales de entender completamente el problema con el que están trabajando. De esta manera, posiblemente prioricen como muy importantes todas aquellas tareas de las que no posean un conocimiento acabado.
- Los estudiantes visuales asignan mayores prioridades a las User Stories que los verbales (H16). De la misma manera que lo expuesto para la variable V_2 , la priorización de User Stories viene dada por el orden visual en el panel virtual de la herramienta. Por ello puede que los visuales presten más atención a la priorización y los verbales le resten importancia.

Sobre estas variables, se realiza un análisis estadístico de dos fases para establecer la validez de las hipótesis. La primera fase consiste en corroborar la existencia de dependencia o independencia entre la forma de realizar las prácticas de Scrum de los estudiantes (representado por las cuatro variables) y su estilo de aprendizaje (representado por sus dimensiones), para la cual se utiliza la prueba de Chi-Cuadrado. Esta prueba estadística establece la hipótesis nula de que el valor de una variable no está estadísticamente relacionada con el valor de otra variable, mientras que la hipótesis alternativa señala que el valor de una variable podría llegar a predecir el valor de la otra. En la segunda fase, nos interesa saber cómo el valor de la dimensión del estilo de aprendizaje influye sobre la realización de las prácticas analizando los sesgos estadísticamente significantes de las muestras; por ejemplo, si los estudiantes intuitivos tienden a estimar más alto que los estudiantes sensitivos. Para ello, se utiliza la prueba de suma de rangos de Wilcoxon, la cual es apropiada cuando se analizan dos muestras de variables ordinales y se desea conocer las diferencias entre las distribuciones de una y otra muestra. Por ejemplo, el análisis de la estimación de User Stories para una muestra con estudiantes sensitivos y para una muestra con estudiantes intuitivos.

De esta manera, es posible hallar relaciones estadísticamente significantes entre el estilo de aprendizaje del estudiante y la forma en que el estudiante trabaja con Scrum. Este conocimiento es presentado al docente, quién puede utilizarlo en un contexto de enseñanza centrado en el alumno para poner en primer plano las características individuales del estudiante, necesidades, habilidades y preferencias a la hora de aprender, con el fin de elaborar nuevas experiencias satisfactorias.

4. Análisis Estadístico: Caso de Estudio

Para llevar a cabo la validación de las hipótesis se analizó el comportamiento de 33 estudiantes del curso Ingeniería de Software de la UNICEN durante el año

2012. Al comienzo del curso, cada estudiante completó el cuestionario desarrollado por Felder-Soloman [18] y se obtuvo la distribución de los valores para cada dimensión de su estilo de aprendizaje (Tabla 1).

Percepción		Procesamiento		Entendimiento		Presentación	
Sensitivo	Intuitivo	Activo	Reflexivo	Secuencial	Global	Visual	Verbal
19	14	23	10	19	14	29	4

Tabla 1. Distribución de los estilos de aprendizaje

Los estudiantes fueron organizados en equipos de Scrum para desarrollar un proyecto piloto durante el transcurso del cuatrimestre. A cada equipo se le asignó un conjunto de User Stories de similar complejidad con un plan de iteraciones de 4 Sprints. De la interacción entre los estudiantes y la herramienta Teamwork se obtuvo un *log* formado por 11316 registros con el comportamiento de los estudiantes en Scrum. Posteriormente, el *log* fue pre-procesado discretizando los valores continuos en tres valores: alto, medio bajo. Finalmente, se realizó el análisis estadístico propuesto sobre el log, obteniendo los resultados discutidos en la siguiente sección.

4.1. Resultados Obtenidos y Lecciones Aprendidas

La Tabla 2 muestra los resultados de las pruebas de hipótesis realizadas. Para la fase 1, la primera columna señala cada una de las variables bajo estudio, mientras que la segunda muestra la dimensión del modelo de Felder-Silverman. La columna rotulada χ^2 (p) indica el resultado de la prueba Chi cuadrado junto al menor valor de significancia con el que es posible rechazar la hipótesis sobre dependencia (p-valor). En caso que el p-valor que acompaña al valor de χ^2 sea mayor o igual a 0.05 la hipótesis nula es rechazada, indicado con una cruz en la columna Confirma χ^2 . En caso contrario, se muestra una tilde indicando que existe la posibilidad de que la variable pueda estar relacionada con la dimensión. Dentro de la fase 2, la columna *Hipótesis* indica la hipótesis a contrastar mediante la prueba de Suma de Rangos de Wilcoxon comparando las muestras 1 y 2 con los valores de la dimensión bajo análisis. Dado que el tamaño de las muestras es grande (mayor a 10), usaremos el valor de Z el cual sigue una distribución normal. En caso que el p-valor que acompaña al valor de Z en la columna rotulada Z (p) sea mayor o igual a 0.05 la hipótesis nula es rechazada. En particular, si el valor del estadístico Z es mayor al valor crítico de Z fijado con $p = 0,05$ se verifica que la primera muestra está corrida a derecha de la segunda; mientras que si el valor del estadístico Z es menor al valor crítico de Z fijado con $p = 0,05$ pero con signo negativo, se verifica que la primera muestra está corrida a izquierda de la segunda. Por lo que en la última columna (*Confirma Hipótesis*) se indica mediante una tilde si la hipótesis H_i planteada es confirmada en función de estos

resultados. Finalmente, las filas en negrita indican que esa dimensión e hipótesis tiene mayor relevancia estadística (mayor valor absoluto de Z) que las restantes para esa variable.

En base a estos valores, es posible confirmar las siguientes hipótesis en relación a cada una de las dimensiones de la siguiente manera. En cuanto a la estimación de User Stories (V_1), los estudiantes intuitivos asignan menores valores de estimación que los sensitivos (H1). El mismo comportamiento fue observado entre los estudiantes reflexivos y activos (H2), y los estudiantes secuenciales y globales (H3) respectivamente. Es importante notar cuáles son las hipótesis que cobran mayor importancia dada su significancia estadística. En nuestro análisis, las hipótesis de mayor relevancia son determinadas por el valor absoluto de Z ; es decir, a mayor valor absoluto de Z , mayor relevancia. De esta manera, la dimensión que considera el procesamiento de la información tiene mayor significancia estadística que las demás dimensiones sobre la variable estimación (V_1 ; $Z = -4,594$; $p = 2,02 \times 10^{-06}$). Por otro lado, es importante notar que al no existir asociación estadística entre la dimensión de la entrada de información y los valores de estimación (no confirma χ^2), se corrobora nuestra hipótesis H14.

Con respecto a los progresos de las User Stories (V_2) de los estudiantes, se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Se encontró que los estudiantes reflexivos poseen menor cantidad de User Stories completas que los activos (H8), de la misma manera que los secuenciales respecto de los globales (H9), y que los verbales contra los visuales (H10). No obstante, para la dimensión de la percepción del modelo de Felder-Silverman no se encontraron diferencias significativas entre las User Stories completadas por los estudiantes intuitivos y los sensitivos, lo cual rechaza nuestra hipótesis (H7). Es importante destacar que la dimensión que tiene mayor significancia estadística con respecto a esta variable es la dimensión de procesamiento de la información (V_2 ; $Z = -4,456$; $p = 3,88 \times 10^{-06}$).

En cuanto al tiempo requerido para completar las User Stories (V_3), se encontraron diferencias significativas sólo para la dimensión del Procesamiento (V_3 ; $Z = -5,176$; $p = 1,04 \times 10^{-07}$). De acuerdo a esto, los estudiantes reflexivos completan sus User Stories en menos tiempo que los estudiantes activos (H6). Para las dimensiones de la Percepción (H4), Entendimiento (H5) y Entrada de información (H15) no existen diferencias significativas que indiquen un sesgo entre la distribución de los tiempos requeridos para finalizar User Stories entre una muestra y otra. Sin embargo, el test Chi cuadrado indica que existe una asociación estadística entre la dimensión visual/verbal del modelo (confirma χ^2), lo que rechaza nuestra hipótesis H15.

Con respecto a la priorización de User Stories (V_4), los resultados estadísticamente significantes muestran que los estudiantes intuitivos asignan menos prioridad a sus User Stories que los sensitivos (H11), al igual que los secuenciales respecto de los globales (H13). Por otro lado, las dimensiones de Procesamiento y de Entrada de información no muestran diferencias significativas en sus muestras respecto a la priorización de User Stories, lo que rechaza nuestras hipótesis H12 y H16. Además, es importante destacar que para esta variable, el Entendimiento es

la dimensión de mayor significancia estadística (V_4 ; $Z = 5,664$; $p = 4,56 \times 10^{-23}$) en comparación con la otra dimensión relevante.

En resumen, los resultados indican que la dimensión de *Procesamiento* de la información posee mayor influencia sobre la estimación (V_1), el progreso (V_2), y el tiempo requerido (V_3) para finalizar las User Stories que las otras dimensiones. Por otro lado, la dimensión de *Entendimiento* juega el rol más importante sobre la priorización de User Stories (V_4), mientras que juega un rol secundario en la estimación (V_1) y el progreso (V_2) de User Stories. Sin embargo, estas conclusiones requieren de un mayor análisis que contemple a los estudiantes como sujetos cuyo estilo de aprendizaje está conformado por todas las dimensiones del modelo en simultáneo y qué rol cumplen todas las posibles combinaciones que conforman los estilos sobre las variables estudiadas.

4.2. Limitaciones

El objetivo de este estudio es analizar la relación entre las dimensiones del modelo de Felder-Silverman con respecto a las cuatro variables antes mencionadas. De acuerdo al modelo, el estilo de aprendizaje de un estudiante está caracterizado por tendencias específicas para cada una de las cuatro dimensiones. De esta manera, las preferencias que éstas marcan en simultáneo describen el estilo de aprendizaje del estudiante.

Sin embargo, en este estudio cada una de las variables fue analizada en relación con cada dimensión de manera aislada. Esto hace posible contrastar la influencia de los comportamientos asociados a las variables sobre cada una de las dimensiones. Consecuentemente, en aquellos casos donde las variables estén relacionadas con dos o más dimensiones del modelo, se toma como determinante aquella relación que posea mayor significancia estadística. De esta manera, es posible describir los comportamientos frecuentes de los estudiantes asociados a su estilo de aprendizaje en concordancia con el modelo de cuatro dimensiones de Felder-Silverman.

Finalmente, el enfoque de análisis es generalizable a cualquier curso, pero no así las conclusiones extraídas. Por ello, es importante destacar que el caso de estudio estuvo altamente influenciado por las características del contexto académico, como por ejemplo, la motivación de los estudiantes, el rol del docente y el contenido del curso. Además, las conclusiones extraídas son en base a una muestra de comportamientos que poseen alumnos de UNICEN; estudiantes con diferente conocimiento, experiencia y cultura podrían haberse comportado distinto. Por otro lado, la utilización de la herramienta usada en el enfoque podría haber influido en el desempeño de los estudiantes al aprender Scrum. En este contexto, creemos que es necesario realizar estos mismos experimentos con otros ambientes de desarrollo para evaluar el impacto en el comportamiento de los estudiantes, considerando la forma en que cada ambiente soporta las prácticas de Scrum.

Fase 1: ¿Existe relación de dependencia entre la <i>variable</i> y la <i>dimensión</i> ?		Fase 2: ¿Cuáles son dichas relaciones?						
Variable	Dimensión	χ^2 (p)	Confirma χ^2	Hipótesis	Muestra #1	Muestra #2	Z (p)	Confirma Hipótesis
V ₁	Percepción	11.533 (0.0031)	✓	H1	intuitivos	sensitivos	-1.68 (0)	✓
	Procesamiento	266.816 ($1,15 \times 10^{-58}$)	✓	H2	reflexivos	activos	-4.594 ($2,02 \times 10^{-06}$)	✓
	Entendimiento	26.785 ($1,53 \times 10^{-06}$)	✓	H3	globales	secuenciales	3.355 ($3,65 \times 10^{-34}$)	✓
	Entrada	2.131 (0.3446)	✗	H14	verbales	visuales	-0.916 (0.0120)	✓
V ₂	Percepción	134.002 ($7,98 \times 10^{-30}$)	✓	H7	intuitivos	sensitivos	-1.074 (0)	✗
	Procesamiento	89.833 ($3,11 \times 10^{-20}$)	✓	H8	reflexivos	activos	-4.456 ($3,88 \times 10^{-06}$)	✓
	Entendimiento	44.059 ($2,71 \times 10^{-10}$)	✓	H9	globales	secuenciales	2.659 ($5,80 \times 10^{-38}$)	✓
	Entrada	90.786 ($1,93 \times 10^{-20}$)	✓	H10	verbales	visuales	-3.556 ($4,86 \times 10^{-07}$)	✓
V ₃	Percepción	17.008 (0.0002)	✓	H4	intuitivos	sensitivos	0.808 (0)	✗
	Procesamiento	600.176 ($4,72 \times 10^{-131}$)	✓	H6	reflexivos	activos	-5.176 ($1,04 \times 10^{-07}$)	✓
	Entendimiento	1.689 (0.4298)	✗	H5	globales	secuenciales	0.113 ($1,26 \times 10^{-53}$)	✗
	Entrada	14.336 (0.0008)	✓	H15	verbales	visuales	0.119 (0.1109)	✗
V ₄	Percepción	63.135 ($1,95 \times 10^{-14}$)	✓	H11	intuitivos	sensitivos	-4.16 (0)	✓
	Procesamiento	1009.559 ($5,99 \times 10^{-220}$)	✓	H12	reflexivos	activos	1.47 (0.9272)	✗
	Entendimiento	91.022 ($1,72 \times 10^{-20}$)	✓	H13	globales	secuenciales	5.664 ($4,56 \times 10^{-23}$)	✓
	Entrada	3.854 (0.1455)	✗	H16	verbales	visuales	1.171 (0.4324)	✗

Tabla 2. Resultados de las pruebas de hipótesis ($p < 0.05$, $Z_{0.05} = 1.647$, $Z_{0.025} = 1.96$)

5. Conclusiones

En este trabajo se presentó un enfoque estadístico que busca identificar relaciones entre los conceptos que se enseñan y las preferencias de los estudiantes a la hora de aprender basadas en el modelo de estilos de aprendizaje de Felder-Silverman. Este análisis tiene como objetivo proveer de nuevo conocimiento al docente que le permita diseñar experiencias de aprendizaje satisfactorias en un contexto de enseñanza centrado en el estudiante.

El análisis estadístico se realizó en el marco de un curso de Ingeniería de Software de la UNICEN, en el cual se desarrolló un proyecto piloto de software basado en Scrum, en un ambiente controlado que simula un contexto profesional. Para dar soporte al curso, se utilizó un ambiente de desarrollo conformado con herramientas que permitan dar soporte a las prácticas de Scrum enseñadas en el curso. Los estudiantes interactuaron con estas herramientas, y se registraron las interacciones particularmente sobre Teamwork, tales como el tiempo que cada tarea demandó, la forma en que se llevaron a cabo la priorización y la estimación de las User Stories, y el nivel de progreso las User Stories asignadas a cada estudiante.

Para analizar los datos recolectados llevamos a cabo la aplicación de las pruebas estadísticas de Chi-cuadrado y de Suma de Rangos de Wilcoxon, las cuales permitieron comprobar nuestras hipótesis acerca de la existencia de relaciones entre las preferencias que los estudiantes tienen mientras aprenden y las prácticas de Scrum. Aunque el número de estudiantes que participaron en el experimento es restringido, nuestro enfoque arrojó resultados alentadores que serían de utilidad para comprender las diferencias y comportamientos que presentan los estudiantes al aprender Scrum; logrando así un paso más hacia la mejora y personalización de la enseñanza de metodologías ágiles en cursos de Ingeniería de Software.

En el futuro, nuestra línea de investigación tendrá como objetivo extender nuestro enfoque comparando con otros modelos de estilos de aprendizaje para enriquecer el proceso de descubrimiento, como así también, la combinación con modelos que nos permitan obtener información sobre la personalidad de modo de formar equipos de Scrum con miembros compatibles, logrando así, aumentar el desempeño de los estudiantes en el curso.

References

1. Imreh, R., Raisinghani, M.S.: Impact of agile software development on quality within information technology organizations. *Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences* **2** (10) (2011) 460–475
2. Rico, D., Sayani, H.: Use of agile methods in software engineering education. In: *Agile Conference, 2009. AGILE '09.* (2009) 174–179
3. Rodríguez, G., Soria, A., Campo, M.: Teaching scrum to software engineering students with virtual reality support. In Cipolla-Ficarra, F., Veltman, K., Verber, D., Cipolla-Ficarra, M., KammÄ(eller, F., eds.: *Advances in New Technologies, Interactive Interfaces and Communicability.* Volume 7547 of *Lecture Notes in Computer Science.* Springer Berlin Heidelberg (2012) 140–150

4. Mahnic, V.: A capstone course on agile software development using scrum. *Education, IEEE Transactions on* **55**(1) (feb. 2012) 99–106
5. Damian, D., Lassenius, C., Paasivaara, M., Borici, A., Schroter, A.: Teaching a globally distributed project course using scrum practices. In: Collaborative Teaching of Globally Distributed Software Development Workshop (CTGDSD), 2012. (2012) 30–34
6. Vrasidas, C.: Constructivism versus objectivism: Implications for interaction, course design, and evaluation in distance education. *International Journal of Educational Telecommunications* **6**(4) (2000) 339–362
7. Felder, R.M., Silverman, L.K.: Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering education* **78**(7) (1988) 674–681
8. Norman, D.A., Spohrer, J.C.: Learner-centered education. *Communications of the ACM* **39**(4) (1996) 24–27
9. Ott, L., Longnecker, M., Ott, R.L.: An introduction to statistical methods and data analysis. Volume 511. Duxbury Pacific Grove, CA (2001)
10. Schwaber, K., Beedle, M.: Agile software development with Scrum. Volume 1. Prentice Hall Upper Saddle River (2002)
11. Reichlmayr, T.: The agile approach in an undergraduate software engineering course project. In: *Frontiers in Education, 2003. FIE 2003 33rd Annual*. Volume 3. (nov. 2003) S2C – 13–18 vol.3
12. Zualkernan, I.A., Al Darmaki, H., Shouman, M.: A methodology for building simulation-based e-learning environments for scrum. In: *Innovations in Information Technology, 2008. IIT 2008. International Conference on, IEEE* (2008) 357–360
13. Devedzic, V., Milenkovic, S.: Teaching agile software development: A case study. *IEEE Transactions on Education* **54**(2) (may 2011) 273–278
14. Cassidy, S.: Learning styles: An overview of theories, models, and measures. *Educational Psychology* **24**(4) (2004) 419–444
15. Graf, S., Liu, T.C., Chen, N.S., Yang, S.J., et al.: Learning styles and cognitive traits—their relationship and its benefits in web-based educational systems. *Computers in Human Behavior* **25**(6) (2009) 1280–1289
16. Essalmi, F., Ayed, L.J.B., Jemni, M., Graf, S., et al.: A fully personalization strategy of e-learning scenarios. *Computers in Human Behavior* **26**(4) (2010) 581–591
17. Carver Jr, C.A., Howard, R.A., Lane, W.D.: Enhancing student learning through hypermedia courseware and incorporation of student learning styles. *Education, IEEE Transactions on* **42**(1) (1999) 33–38
18. Felder, R., Soloman, B.: Index of learning styles questionnaire (1997)
19. Saracho, O.N.: The relationship between matching teachers’ and students’ cognitive styles and the students’ academic achievement. *Early Child Development and Care* **137**(1) (1997) 21–29
20. Mahnic, V.: Teaching scrum through team-project work: Students’ perceptions and teacher’s observations. *The International Journal of Engineering Education* **26** (1) (2009)
21. Rodriguez, G., Soria, A., Campo, M.: Improving software engineering teaching by introducing agile management. In: *Proceedings of ASSE 2012 Argentine Symposium on Software Engineering*. (2012)