

**Congreso Iberoamericano de Educación**

**METAS 2021**

Un congreso para que pensemos entre todos la educación que queremos  
Buenos Aires, República Argentina. 13, 14 y 15 de septiembre de 2010

## **EVALUACIÓN DE LA EDUCACIÓN**

**Evidencia en los resultados del aprendizaje en  
estudiantes universitarios y educación media, con  
buen rendimiento escolar en biología: evaluación de la  
complejidad estructural “*la taxonomía solo*”**

Alejandro Sepúlveda Obrequé<sup>1</sup>

### **1. Planteamiento del problema**

---

<sup>1</sup> Universidad de Los Lagos. asepulve@lagos.cl

## 1.1. Presentación

La evaluación del aprendizaje en las unidades educativas constituye un quehacer fundamental en su funcionamiento, puesto que proporciona información que permite conocer, valorar y mejorar la calidad de los procesos educativos que se llevan a cabo y de los resultados de los mismos.

El concepto de evaluación en el sistema educativo tiene una consideración amplia que afecta a los diferentes estamentos y dimensiones que integran este sistema y que puede ser abordada desde diferentes perspectivas.

Entre las diferentes dimensiones consideradas relevantes en este marco institucional de evaluación del sistema educacional, la evaluación del aprendizaje que realizan los estudiantes es una variable especialmente relevante por lo que, sin infravalorar la importancia de las demás, se ha centrado en ella la investigación.

De acuerdo con esta dimensión se han elaborado en los últimos años diferentes instrumentos que permiten recoger información sobre la calidad del aprendizaje, la calidad del desempeño profesional, la calidad de las instituciones educativas, entre muchas otras, a partir del análisis y valoración de los diferentes elementos estructurales y funcionales que la componen.

Las principales razones que se han considerado para dar cuerpo a este trabajo son, en primer término, la existencia de estudios que demuestran cómo el sistema de evaluación que utilizan los docentes para valorar el aprendizaje de los estudiantes afecta a la calidad de dicho aprendizaje, llegando a considerar que las intervenciones para mejorar los procedimientos de aprendizaje de los alumnos y su nivel de calidad, deberían empezar por cambiar los sistemas de evaluación (Trillo, 2001; Marton, Hounsell y Entwistle, 1984; Biggs, 1993, 1996A; Santos Guerra, 2000)

En segundo lugar, la constatación de la existencia de diferentes modelos de evaluación centrados casi exclusivamente en los criterios que aplica cada profesor (Mateo, 1993; Gros y Romañá, 1995). Si a esto se le suma la falta de reflexión y trabajo en común sobre el tema, el resultado es la coexistencia de demasiados modelos evaluativos que conducen a la confusión y desorientación de los alumnos respecto a cómo afrontar la demanda que se les formula.

El tercer motivo se sustenta en que prácticamente en todos los sectores de aprendizajes se mide el conocimiento de datos más que la evaluación de la comprensión de conceptos y principios. Como parte de su confianza en el conocimiento factual, se pone el acento en indicadores cuantitativos de rendimiento más que en juicios cualitativos sobre los puntos fuertes y los puntos débiles. Por supuesto, tal generalización no puede aplicarse plenamente a todas las unidades educativas y a todos los sectores de aprendizajes, pero representa una tendencia general.

Finalmente, se fundamenta en el nuevo modelo psico-pedagógico que subyace a la Reforma Educacional Chilena. Esta exige cambios en el quehacer del

profesor en aula, incluyendo las formas de evaluar que tradicionalmente se han venido usando.

Atendiendo a las consideraciones presentadas precedentemente-la complejidad e importancia de la evaluación educativa- el objeto de estudio de la presente investigación es la evaluación del aprendizaje de los estudiantes de Educación Media y Universitaria en Biología. Entre los instrumentos creados para este propósito se ha escogido, la taxonomía SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome) propuesta por Biggs y Collis (1982). La decisión se apoya en que existen investigaciones en las que se ha empleado esta taxonomía en el nivel de Educación Media y universitaria, en las que se ha podido constatar su pertinencia para discriminar diferentes niveles en la estructura de las respuestas de los estudiantes frente a diversas temáticas. (Huerta, 1999; Biggs y Collis,1982)

Lo expuesto anteriormente lleva a preguntarse ¿Cómo se organiza la estructura del conocimiento en función del tipo de respuesta que proporcionan los estudiantes de educación media y universitaria con mayor rendimiento escolar en Biología?,

Consecuentemente con lo anterior, el trabajo de investigación que se presenta trata de identificar, interpretar y juzgar el resultado del aprendizaje de los alumnos en relación con un tema específico de la biología escolar: la célula. Para tal efecto, se clasifican las respuestas dadas por los estudiantes a una serie de preguntas. Todo ello, a la luz del análisis de la taxonomía SOLO.

Por otra parte, se trata de ver qué relación existe entre el buen rendimiento escolar obtenido por los estudiantes en Biología y los niveles de respuestas descritos en la Taxonomía SOLO. Esta relación posible puede darnos una manera de interpretar y relacionar aspectos relativos al aprendizaje y a los instrumentos de evaluación utilizados.

Subyace a la investigación el paradigma cualitativo, en tanto que se interesa por identificar e interpretar la estructura de las respuestas de los estudiantes ante preguntas formuladas, proporcionando información de características no numéricas que pueden conectarse directamente con el tema.

## **1.2. Hacia el problema de investigación**

Los profesores de Biología somos conscientes de las dificultades que entraña esta disciplina a los estudiantes. Se añade, además, que no sólo podrían encontrarse dificultades en “enseñar Biología”, sino también en “aprender Biología” y, en relación con esto, “qué enseñar de Biología” y “cómo se aprende la Biología”.

Así que pronto nos dimos cuenta que “enseñar la Biología” debería tener por objetivo que esta se aprendiera y sin esto último, lo primero carecería de sentido. Pero, ¿Cómo se aprende la Biología? y, en relación con esta pregunta, ¿cuánto se aprende?, ¿Con qué nivel de profundidad se aprende Biología?, ¿Las calificaciones obtenidas por los estudiantes son un fiel reflejo de su aprendizaje?.

Lo anterior dejó al descubierto, por un lado, la falta de respuestas a las preguntas formuladas y, por otro, el desconocimiento de la calidad del aprendizaje del estudiantado en Biología, vacío que había que intentar llenar.

Así pues, el problema a investigar sería: ¿Cuál es la organización estructural del resultado del aprendizaje en Biología, en función del tipo de respuesta que los estudiantes, de mejor rendimiento escolar proporcionan a una pregunta? Esta pregunta que engloba el objetivo fundamental del trabajo, lleva asociadas otras interrogantes que deben ser resueltas: ¿Cuál es el nivel de complejidad estructural del resultado del aprendizaje alcanzado por los estudiantes de alto rendimiento escolar? Se puede clasificar y evaluar el resultado de una tarea de aprendizaje de los estudiantes de alto rendimiento escolar, en función de su organización estructural? ¿Existe un nivel de respuesta SOLO característico de los estudiantes que obtienen alto rendimiento escolar, por dependencia educacional, nivel educacional, sexo? , ¿Cuáles son esos niveles? ¿Qué se puede decir de las posibles relaciones entre los estudiantes que obtienen alto rendimiento escolar en biología y los niveles de respuestas descritos en la Taxonomía SOLO y el enfoque de aprendizaje?

### **1.3. Objetivos del trabajo**

El objetivo esencialmente consiste en analizar la profundidad de elaboración y la organización estructural del aprendizaje en Biología en función de tipo de respuesta de los estudiante de mayor rendimiento escolar en Biología?. El marco teórico en que se sitúa el problema de investigación es la Taxonomía SOLO. La bibliografía utilizada nos proporciona fuentes de información que nos permiten analizar las respuestas de los estudiantes a preguntas propuestas por el investigador.

Para el tipo de investigación que se propone, los métodos de análisis han de ser, necesariamente, cualitativos. Se trata pues de una investigación que se enmarca dentro de aquellas que usan este tipo de método de análisis.

En consecuencia, los análisis e interpretaciones que se pueden realizar a partir de dicho análisis tendrán carácter descriptivo en la medida que el marco teórico utilizado lo es.

## **2. Análisis de los fundamentos**

### **2.1. La Taxonomía SOLO y la investigación**

La tendencia general en los sectores de aprendizajes apunta a evaluar el conocimiento factual más que la comprensión de los conceptos y principios, situación que se traduce en poner el énfasis en lo cuantitativo más que en indicadores cualitativos respecto de su aprendizaje.

Si el objetivo de la educación consiste en procurar la comprensión además del conocimiento, se debe aceptar, incluso dar la bienvenida a las diferencias cualitativas en la forma en que los alumnos expresan su comprensión individual.

El proceso enseñanza aprendizaje ha puesto el énfasis en la calificación más que en la evaluación. Su centro ha sido la reproducción de materias aprendidas. Si interesa más la reconstrucción, se requieren nuevas formas de aprendizaje y evaluación. En lugar de describirlo cuantitativamente en términos de cuánta información propuesta por el maestro puede recuperarse por orden del alumno a su memoria, debe describirse cualitativamente en términos del significado personal generado por el educando.

Se insiste en la importancia que tiene en la educación apartarse de una confianza excesiva en el aprendizaje maquinal, dando mayor énfasis al aprendizaje significativo y al desarrollo de la comprensión personal. Dicho movimiento también requeriría de procedimientos de evaluación que reflejen el tipo de aprendizaje adecuado para los alumnos.

De acuerdo a lo anterior, se ha comprobado que la taxonomía SOLO representa uno de los liderazgos más fuertes al que se puede acudir, para investigar la calidad de las respuestas de los estudiantes. (Entwistle, 1998)

## **2.2. Descripción de la Taxonomía SOLO**

En términos biológicos, la taxonomía se puede definir como la ciencia que descubre, clasifica y pone nombre a las especies individuales de plantas, animales y microbios que constituyen el mundo natural, clasificación que se define a partir de ciertas características o descriptores, propios de cada individuo.

Uno de los primeros intentos por elaborar un sistema de clasificación de los aprendizajes fue obra de Peel, E.(1972) y sus colaboradores. Peel estaba interesado en el estadio piagetiano de “operaciones formales” y en la aptitud para utilizar un pensamiento hipotético con conceptos abstractos en diferentes asignaturas. Para ello solicitó a los estudiantes que hicieran tareas que exigían una conceptualización abstracta y a continuación clasificó las respuestas por la calidad de pensamiento que manifestaban. La principal distinción que halló en diversas asignaturas escolares era la que se producía entre explicación y descripción. Más adelante se ampliaron estas categorías en diferentes tipos de explicaciones (extendidas y limitadas) y distintos niveles de descripción.

Biggs y Collis (1982) elaboraron aún más estas ideas. Los autores llegaron a la conclusión de que era engañoso clasificar a los estudiantes basándose en los estadios de Piaget. Ni siquiera los universitarios apelaron a operaciones formales al responder a preguntas sobre temas con los que estaban familiarizados o que no les interesaban. Tenía sentido, sin embargo, clasificar las respuestas a preguntas específicas. Ello significaba que era posible evaluar el nivel de pensamiento en relación con cada uno de los trabajos.

La Taxonomía SOLO fue diseñada en 1982 (Biggs y Collis, 1982) como consecuencia de ciertas críticas que habían surgido sobre la teoría de las etapas de Piaget. Fundamentalmente, los piagetianos de la época consideraban que el

desarrollo cognitivo evolucionaba a través de etapas discretas, cada una de ellas definida en términos de una estructura lógica propia que gobernaba todas las actuaciones de los individuos. Los ejemplos de actuaciones oscilantes entre diferentes etapas, referidas como décaleges, se veían como aberrantes y extraños. ( Biggs y Collis, 1991).

Lo que resultó evidente para Biggs y Collis(1982), fue que en el contexto escolar, la aparición del décalege era muy común: Un estudiante podía ser “pre-formal” en matemáticas mientras que en historia podría ser “pre-concreto” o incluso, “formal” en matemática un día y “concreto” el siguiente (Biggs y Collis, 1991). Estas observaciones, dicen, no pueden indicar cambios en el desarrollo cognitivo, sino más bien, cambios en constructos más próximos como el aprendizaje, la actuación o la motivación de los estudiantes.

De esta manera, Biggs y Collis (1982) trataron el problema de proporcionar a los profesores un instrumento que les permitiera determinar el nivel de desarrollo cognitivo de sus estudiantes, a partir de sus interacciones con los alumnos en las situaciones de clase. Pronto se dieron cuenta que, al analizar las respuestas de los estudiantes, estaban tratando con dos fenómenos. El primero de ellos era lo que llamaron **la estructura cognitiva hipotética y el segundo, la estructura del resultado del aprendizaje observado** (SOLO)<sup>1</sup>.

El primer fenómeno estaba relacionado con la noción existente de las etapas piagetianas del desarrollo cognitivo, en la que cada etapa tenía su propio modo idiosincrásico de funcionar y, allá donde el desarrollo intelectual estuviese implicado, aparecía su propio conjunto de tareas evolutivas

El segundo, tenía que ver con describir la estructura de cualquier respuesta como un fenómeno en sí mismo, esto es, sin que la respuesta representase necesariamente una etapa particular en el desarrollo intelectual.

En esta organización estructural del conocimiento, Biggs y Collis (1988) distinguen diferentes niveles de complejidad -*Preestructural, Uniestructural, Multiestructural, Relacional y Abstracto Extendido*, que permiten analizar la calidad del aprendizaje desde los niveles más concretos hasta los más abstractos y complejos. Los niveles más elevados de la taxonomía corresponden a un aprendizaje más profundo, a una interpretación personal del contenido que relaciona la tarea con situaciones alejadas del contexto inmediato, que establece relaciones con otros conocimientos relevantes y con materiales procedentes de diferentes fuentes de información. Contrariamente, los niveles inferiores de la taxonomía SOLO corresponden al tratamiento de la información de manera aislada y reproductiva.

1. En el texto original, Biggs y Collis (1982), *Structure of the Observed learning Outcome*” cuyas iniciales dan lugar a las siglas SOLO

La taxonomía SOLO permite establecer diferentes niveles de calidad del aprendizaje en base a unos criterios preestablecidos: La capacidad, es decir, la cantidad de datos que ha memorizado el sujeto en relación con la pregunta que se plantea y la relevancia de las interrelaciones que establece entre los datos; las operaciones implicadas en la elaboración de la respuesta (inducción, generalización, ordenación, deducción...), que indican la interrelación lógica que se establece entre la pregunta y las operaciones que el alumno realiza para elaborar la respuesta; y la consistencia de los argumentos y conclusiones que se ponen de manifiesto en las respuestas.

La taxonomía SOLO no mide las características psicológicas de un sujeto a nivel general, sino en relación al tipo de respuesta que da a una cuestión que se plantea, por lo que se entiende que el nivel de una respuesta se puede modificar mediante la instrucción.

Existen estudios que avalan la validez del instrumento. Respecto a esta cuestión, Biggs y Collis han examinado la correlación con otras medidas del resultado del aprendizaje en diferentes áreas curriculares. A partir de los estudios realizados los autores concluyen que la taxonomía SOLO está relacionada con las medidas del rendimiento académico que utilizan los profesores para evaluar a los estudiantes, pero además, consideran que aporta otros datos relevantes del proceso cognitivo que las evaluaciones de los profesores no suelen incluir.

También se ha podido constatar que el resultado de la calidad del aprendizaje valorado a través de la taxonomía SOLO está relacionado con las habilidades y el proceso de estudio. Según los autores, estos datos sugieren, en primer lugar, que la taxonomía está directamente relacionada con la calidad del resultado del aprendizaje y, en segundo lugar, que los niveles más elevados de la taxonomía los obtienen los estudiantes que tienen una motivación intrínseca elevada, que pretenden dar significado a aquello que estudian y que evitan reproducir literalmente datos y detalles.

### **2.3. Niveles de complejidad de la taxonomía SOLO**

Biggs y Collis (1982) describen los niveles de complejidad de la taxonomía SOLO, según criterios establecidos. Uno de ellos es la **capacidad**, definida como la memoria de trabajo y atención. Un segundo criterio son las **Operaciones implicadas**, descrita como la interrelación lógica entre la pregunta y la respuesta y, finalmente, la **consistencia y conclusiones** que corresponden a la coherencia y relación.

La siguiente Tabla describe, en detalle, los indicadores de los criterios para cada uno de los niveles SOLO.

Niveles	Capacidad	Operaciones Implicadas	Consistencia y Conclusiones
P R E E S T R U C T U R A L	<p><b>Mínima:</b></p> <p>Dificultad por recordar la respuesta a la cuestión planteada.</p> <p>Respuestas confusas e indiferenciadas</p>	<p>No hay interrelaciones lógicas. Tipos de confusiones: negación, tautología y transducción.</p>	<p>No hay conciencia de la necesidad de ser consistente.</p> <p>Se establecen conclusiones sin analizar el problema. Se repite la pregunta o se hace una transducción irrelevante.</p>
U N I E S T R U C T U R A	<p><b>Baja:</b></p> <p>Recuerdo de un dato relevante sobre la pregunta.</p> <p>El estudiante debe comprender la pregunta y relacionarla con la respuesta al menos con una operación lógica.</p>	<p>Se puede "generalizar", pero sólo en relación a un aspecto.</p> <p>Inducción: requiere diseñar correctamente una conclusión general de una cuestión particular.</p> <p>Relacionar un aspecto particular o dato con una conclusión.</p>	<p>No hay conciencia de la necesidad de ser consecuente y se establecen conclusiones precipitadamente.</p> <p>Las conclusiones hacen referencia a un aspecto, pero al menos este es relevante. Todas las respuestas uniestructurales pueden ser igualmente correctas, pero son inconsistentes con cualquier otra. Sólo se tiene en cuenta una perspectiva.</p>

L			
M U L T I E S T R U C T U R A L	<p><b>Media:</b></p> <p>Recuerdo de dos o más datos relevantes, aunque de forma aislada.</p>	<p>Se puede “generalizar” en relación a algunos aspectos limitados e independientes.</p> <p>Ordena adecuadamente varios datos relevantes pero falla la conexión entre ellos.</p> <p>Generalmente contiene: “y... también...”.</p>	<p>Las conclusiones vienen determinadas por la cantidad de aspectos que se perciben, pero si estos aspectos no están interrelacionados y la explicación se centra en un aspecto aislado de un dato, puede resultar inconsistente.</p> <p>Dos respuestas de este nivel pueden utilizar los mismos datos, pero extraer diferentes conclusiones.</p>
R E L A C I O N A L	<p><b>Alta:</b></p> <p>Se interrelacionan los datos o conceptos relevantes.</p>	<p>Inducción: Se puede generalizar dentro de un contexto o experiencia dada utilizando los aspectos (contenidos) implicados en la situación.</p> <p>Da un conjunto de conceptos o principios relacionados.</p>	<p>El estudiante extrae conclusiones después de analizar todos los aspectos que intervienen y luego los interrelaciona de forma integrada. No hay inconsistencia dentro del contexto, pero puede haber inconsistencia fuera de este.</p>
A	<p><b>Máxima:</b></p>	<p>Deducción e inducción. Se puede generalizar a situaciones no</p>	<p>Explica en profundidad los datos y su incidencia en la situación</p>

B S T R A C T O E X T E N D I D O	Datos relevantes interrelacionados.  El estudiante necesita no únicamente relacionar la información dada, sino también comprender la relevancia de los principios abstractos primordiales de los cuales puede deducir una hipótesis y aplicarla a una situación que no ha sido dada.	experimentales. Hay varias características de este nivel que debemos tener en cuenta:  a) la introducción de un principio abstracto que no se ha dado directamente en los datos.  b) La deducción desde este principio y la comprobación de esta deducción confrontándola con los datos.  c) La introducción de una analogía que sea compatible con estos principios, pero no se haya dado con los datos.  d) El resultado puede ser indeterminado (los eventos pueden haber sido diferentes en distintas circunstancias).	particular. Las inconsistencias quedan resueltas. No se plantea la necesidad de dar conclusiones cerradas sino que se mantienen abiertas, de tal manera que puedan ser diferenciadas de manera lógica en posibles alternativas distintas.
---	--	--	---

*Tabla 1.. Niveles de complejidad de la Taxonomía SOLO, Biggs y Collis, (1982)*

### **3. Diseño metodológico de la investigación:**

Para alcanzar los objetivos previstos en esta parte de la investigación y analizar las respuestas de los estudiantes a la luz de la Taxonomía SOLO, se tendrán que resolver algunos problemas relacionados con la metodología de investigación y acerca de los cuales se dará cuenta en este capítulo.

El primer problema que se tuvo que resolver consistió en buscar un instrumento de evaluación, cuyos ítemes permitieran analizar la calidad del aprendizaje que reflejan los estudiantes de la Educación Media. Para ello se usaron las ideas que Collis, Romberg y Jurdak (1986) presentan con la noción de superítem y relacionadas con la evaluación a la luz de la Taxonomía SOLO.

El segundo problema a resolver fue el de la asignación de niveles SOLO a los estudiantes. Se asignaron siguiendo a Collis, Romberg y Jurdak (1986) y Collis y

Watson (1991). Los niveles SOLO se describirán con más detalle en las páginas siguientes.

### **3.1. Superítems: Fundamentos**

Collis, Romberg y Jurdak (1986) sugieren la posibilidad de diseñar ítems para determinar la capacidad de respuesta de los estudiantes, planteando series de preguntas sobre un problema respecto de un tema cualquiera, de manera que cada respuesta correcta requiere un manejo de la información dada cada vez más sofisticado que la respuesta predecesora. Según los autores, este incremento en la sofisticación iría paralelo al incremento en la complejidad de la estructura señalada en las categorías SOLO.

Se requería, además, un instrumento efectivo para evaluar con criterios objetivos preguntas con demandas, que permitan abordar un tema desde diferentes puntos de vista y poner de manifiesto distintos niveles de comprensión y profundidad en el tratamiento de un tema o pregunta. Respecto a su relación con la tipología y la demanda de las preguntas, es necesario hacer notar que no todas las demandas ofrecen la posibilidad de diferenciar niveles de calidad del aprendizaje, algunas – como por ejemplo define, nombra... – sólo permiten poner de manifiesto aspectos muy parciales del aprendizaje realizado. Por este motivo, generalmente, en preguntas de opción múltiple y respuesta breve resulta muy difícil discriminar los niveles superiores de la taxonomía. De hecho, Biggs y Collis al describir las condiciones de utilización de la taxonomía ponen de manifiesto que las características de la demanda, y el formato de las preguntas en sí mismas, pueden ser un factor determinante del nivel jerárquico de calidad de la respuesta. Cuestiones como la claridad en la redacción de la pregunta, la familiaridad que tengan los estudiantes con los detalles de la tarea propuesta o su nivel de complejidad, pueden facilitar o dificultar que se produzcan diferentes niveles de respuesta.

Lo anterior derivó en la elección del “superítem”, término acuñado por Curetom (Collis, Romberg y Jurdak, 1986), Los ítems consisten en una serie de preguntas, de desarrollo extendido, referidas al tronco de la pregunta, que pueden ser respondidas a partir de la información contenida en él.

### **3.2. Construcción de ítems con estructura de superítem**

Las ideas que se utilizaron para construir el instrumento de evaluación, fueron las descritas por la Taxonomía SOLO y por las que se acaban de mencionar de la noción de superítem. Así, se construyeron ítems referidos a un tronco que contenía información para el estudiante de tal manera que una respuesta correcta a un ítem indique una capacidad de respuesta del alumno en por lo menos el nivel SOLO que refleje la estructura de esa pregunta.

Así pues, es necesario describir con claridad los criterios que se usaron para construir los superítemes. Estos criterios han sido los siguientes:

### **3.3. Asignación de niveles SOLO**

De esta forma, se piensa que para cada superítem, el éxito de un estudiante con la primera pregunta indicará una capacidad de responder a la pregunta en, al menos, el nivel Uniestructural. Igualmente, el éxito en la segunda pregunta se corresponderá con la capacidad del estudiante de responder, al menos, en el nivel Multiestructural, etc.

Puesto que en la presente investigación la evaluación de los estudiantes contempla solamente la estructura de sus respuestas (nivel SOLO), el instrumento que lo mide considera exclusivamente ese componente.

### **3.4. Diseño de los superítemes**

Con todos los condicionantes anteriores, se diseñó un conjunto de cinco superítemes que fueron administrados a estudiantes de Primer Año de Educación Media Científico Humanista de la comuna de Osorno, con el fin de determinar si los ítemes formulados recogían la información requerida.

En la construcción de este conjunto de superítemes se tuvo en cuenta diferentes aspectos que es necesario detallar: a) El contenido biológico: célula. b) los estudiantes a los que van dirigidos y c) la estructura y la cantidad de superítemes en relación con los estudiantes a los que se les administró el test.

### **3.5. Contenidos de los superítemes**

Se eligió la temática célula, la que en palabras de Stone, M. (1998) es un "tópico generativo" ya que es un tema central para el dominio de la disciplina, es accesible e interesante para los alumnos, excita las pasiones intelectuales del docente y se conecta fácilmente con otros tópicos tanto dentro como fuera del Subsector de aprendizaje.

El conocimiento de la Teoría celular es un requisito necesario para comprender una gran variedad de conceptos y procesos biológicos como son la nutrición, la reproducción o el propio concepto de "ser vivo". Junto a ello, la comprensión de la organización, estructura y actividad celular debería facilitar la comprensión de los procesos fisiológicos. Además, es un núcleo temático estipulado en el Programa del MINEDUC, 2000. Pág. 20, para el Sector Ciencias Naturales (Biología):

De esta forma, el hecho de que los estudiantes elaboraran respuestas a las diferentes preguntas que pudieran ser analizadas desde la Taxonomía SOLO sería

mayor, si el contenido biológico de las mismas fuera conocido por la mayoría de los estudiantes.

### **3.6. Administración del test**

#### *Descripción general de los establecimientos educacionales y características de los estudiantes implicados en el estudio.*

Se eligieron las unidades educativas definitivas para el estudio, por ser las más representativas de cada una de las dependencias educacionales de la comuna, disponer con la autorización de sus directivos superiores para realizar el trabajo y corresponder al 80% de los establecimientos Científicos Humanistas de la Comuna.

Cada uno de los establecimientos educacionales contemplados en la investigación tiene, aproximadamente, en el momento de llevado a cabo el estudio, entre 50 y 60 profesores y 700 a 1100 alumnos.

Las características de los estudiantes de la muestra por dependencia educacional es la siguiente: Los alumnos de establecimientos Municipalizados son de nivel socioeconómico medio bajo, el nivel de escolaridad promedio de los padres es de diez años, con estudios de Educación General Básica completos y Educación Media incompleta. El ingreso per cápita mensual es de 40 mil pesos. La mensualidad que cancelan los padres más la otorgada por el Estado a cada estudiante asciende a la suma de \$28.000. El número de alumnos promedio de los liceos municipales que participan del estudio es de 1.100 estudiantes. El promedio de estudiantes de Primer Año Medio, por curso, es de 43. Los alumnos de estas dependencias educacionales disponen de los textos de estudios del Sector que entrega el Ministerio de Educación, así como también de una biblioteca bien habilitada en el establecimiento. Todos los docentes que imparten clases de Biología en la Unidad Educativa acreditan título profesional. La cantidad de horas de clases semanales que se trabaja en Biología son las estipuladas en los Planes y Programas para el Sub-Sector. *(Unidad Técnico Pedagógica de los Liceos Municipalizados de la Comuna de Osorno, 2008)*

Los alumnos de establecimientos Particulares Subvencionados tienen un nivel socioeconómico promedio medio-alto. El nivel de escolaridad de los padres es de quince años, con estudios de Educación Media completos y estudios de Educación superior incompletos. El ingreso per cápita mensual es de 70 mil pesos. La mensualidad promedio que cancelan los padres y el aporte del Estado es de \$80.000. El número de alumnos promedio, en la Educación Media, de los colegios Particulares Subvencionados considerado en el estudio fue de 350. El promedio de estudiantes de Primer Año de Educación Media, por curso, es de 38. Los alumnos disponen de los textos de estudios del Sector que entrega el Ministerio de Educación y una biblioteca en el establecimiento bien habilitada. Todos los docentes que hacen clases de Biología en Primer Año medio son titulados. La cantidad de horas de clases que se trabajan en Biología son las estipuladas en los Planes y Programas para el Sub-sector. *(Unidad Técnico Pedagógica establecimientos Particulares Subvencionados de la comuna de Osorno,2008)*

Los estudiantes de las unidades educativas Particulares Pagadas tienen un nivel socioeconómico promedio medio-alto. El nivel de escolaridad de los padres es de catorce años, sus estudios corresponden a Educación Media completa y Educación superior incompleta. El ingreso per cápita mensual es de 200 mil pesos. La mensualidad promedio que cancelan los padres es de \$100.000. El número de alumnos promedio de Educación Media de los colegios Particulares Pagados considerados en el estudio es de 300 estudiantes. El promedio de estudiantes de Primer Año Medio, por curso, es de 28. Los alumnos disponen de los textos de estudios del Sub-sector y biblioteca en el establecimiento, la que está bien habilitada. Todos los docentes que hacen clase en Biología son titulados. La cantidad de horas de clases que se trabajan en biología son las estipuladas en los Planes y Programas para el Sub-sector. (*Unidad Técnico Pedagógica, colegios Particulares Pagados de la comuna de Osorno, 2008*)

Se optó por una muestra de estudiantes universitarios, de primer año, de carreras que tiene en sus Planes de Estudios la temática biología. Específicamente, fueron las carreras: de Biología Marina, Técnico en Acuicultura e Ingeniería en Acuicultura, cuyos estudiantes mayoritariamente proviene de liceos municipalizados de la región, cuyos puntajes de ingreso a la carrera fluctuó entre 460-550 puntos. La población total de estos estudiantes fue de 87.

### **3.7. Muestra y organización de la administración del Test**

La muestra de estudiantes a los que se administró el test definitivo estuvo conformado por alumnos de Primer Año de Educación Media Científico Humanista de las dependencias educacionales: Particular, Municipal y Particular Subvencionado de la Comuna de Osorno y estudiantes de primer año de la Universidad de los Lagos de carreras que consideraban en su malla curricular la asignatura Biología

El Test se aplicó el año 2009 terminando el primer trimestre en los establecimientos educacionales y la universidad. El investigador concurreó personalmente y procedió, junto con los docentes, a realizar la programación de la aplicación del Test, de acuerdo a los horarios de los cursos de la muestra seleccionada, actividad que duró aproximadamente un mes, contando siempre con la colaboración de profesores, directivos y alumnos.

A cada curso de estudiantes de la muestra, finalmente, escogida se le administró, por parte del investigador y con la ayuda de los profesores correspondientes, un cuadernillo con los cuatro superítemes que debían responder. Disponían solamente de un lápiz a pasta. El orden de resolución de los superítemes se correspondía con la numeración de los mismos, numeración que, a su vez, respondía al interés del investigador en la obtención de respuestas, mitigando en lo posible el cansancio del estudiante tras la resolución de los primeros superítemes. Antes de comenzar a contestar el test, se dieron algunas instrucciones sobre la estructura de los superítemes y lo que éstos requerían del estudiante. Finalmente, los alumnos dispusieron de una hora y media para resolver el test, dentro de su horario normal de clases.

La intervención que el investigador y el profesor colaborador de cada establecimiento tuvo a la hora de administrar el Test, se limitó a explicar la estructura del mismo y a resolver dudas que en ningún caso tenían que ver con el contenido biológico del test.

Por otra parte, los alumnos mostraron una buena disposición para contestar el test y responder las preguntas. Este hecho se valoró positivamente ya que permitió garantizar el éxito de la aplicación del instrumento.

La Tabla siguiente resume la información sobre la muestra de estudiantes, así como el número de tests analizados y las Unidades Educativas en las que se administró el instrumento de evaluación.

### Población y muestra del estudio

Estudiantes	Temática	Dependencia	Población y muestra		
			M	F	
Educación Media, primer año	Biología	Municipal	9	18	27
		Part. Subvencionado	5	6	11
		Part. Pagado	11	15	26
Universidad, primer año		Estatal	9	6	15
TOTAL			34	45	79

*Tabla N°2. Cantidad de estudiantes, de alto rendimiento escolar en biología, nivel educativo y dependencia educacional implicados en la investigación.*

Estos estudiantes fueron evaluados y calificados en la temática célula por el profesor correspondiente, quien es el especialista en la disciplina; previamente se le

hizo entrega de los objetivos de acuerdo con lo estipulado en el Programa de Estudio de Biología para este nivel educativo y núcleo temático.

Los alumnos fueron avisados con anterioridad de que iban a completar un Test.

### 3.8. Codificación y asignación de niveles SOLO a los estudiantes.

La construcción de las preguntas de los superítemes, constituye una primera aproximación a la manera en la que se han asignado niveles de respuesta SOLO a los estudiantes. Así, en cada superítem, una respuesta correcta a la primera pregunta supondrá que el estudiante es capaz de responder en, al menos, el nivel Uniestructural (U). Una respuesta correcta a la segunda pregunta supondrá que el estudiante es capaz de responder en, al menos, el nivel Multiestructural (M). Del mismo modo, se suponen niveles de respuesta Relacional (R) y de Abstracción Extendida (A) cuando el estudiante responda correctamente a las preguntas 3<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup>, respectivamente.

Como es de esperar, los diferentes niveles SOLO están relacionados con la estructura de la respuesta dada por el estudiante. Es decir, puede darse respuesta Multiestructural, con diferentes calidades de respuestas

De esta manera, a cada estudiante se le asocia, para cada superítem, un vector de 4 componentes cualitativos y ordenados, constituyendo su evaluación SOLO en dicho superítem. Así, por ejemplo, para el estudiante "x" la evaluación correspondiente al superítem 2 está constituida por el vector (U<sub>0</sub>, M<sub>0</sub>, R<sub>2</sub>, nA) que indica que este alumno ha respondido hasta el nivel Relacional, justificándose en los dos primeros con las características dadas por el subíndice 0 y, en el Relacional, por las características dadas por el subíndice 2, no consiguiendo, no obstante, una respuesta de nivel de Abstracción Extendida.

Puestos estos vectores juntos, uno por cada superítem, al estudiante le corresponde una matriz 4x4 que recoge su evaluación a lo largo de todo el test. Así, por ejemplo, el estudiante "X" tiene asociada la matriz que proporciona la Tabla siguiente:

<b>ALUMNO "X"</b>	<b>Pregunta 1</b>	<b>Pregunta 2</b>	<b>Pregunta 3</b>	<b>Pregunta 4</b>
Superítem 1	U <sub>2</sub>	M <sub>2</sub>	R <sub>2</sub>	nA
Superítem 2	U <sub>0</sub>	M <sub>0</sub>	R <sub>2</sub>	nA
Superítem 3	U <sub>0</sub>	M <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>
Superítem 4	U <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	nA

Tabla N°3 Ejemplo del resultado de la evaluación SOLO del estudiante "X".

Dispuestos todos los resultados de un estudiante en una tabla, se procede a asignar a cada alumno un único nivel SOLO que indique su capacidad de respuesta a lo largo de todo el Test.. Con este fin, se ha de decidir qué criterio se seguirá para poder asignar a un estudiante un nivel SOLO. Se designa el criterio cuyo nivel de exigencia permite a los estudiantes cometer a lo sumo un fallo y, por lo tanto, responder al menos 3 (= 75% de las preguntas). Así, se considera el siguiente criterio:

**Criterio:** A un estudiante se le asignará un nivel SOLO S siendo S el nivel - Uniestructural, Multiestructural, Relacional o Abstracción Extendida- si responde correctamente a todas las preguntas que miden los niveles SOLO anteriores a S y en éste el número máximo de respuestas que no corresponden a este nivel es una.

Así al estudiante "Q" se le asigna el nivel Multiestructural (MUT) pues en respuestas de nivel Relacional( REL) hay más de una que no corresponde a ese nivel.

ALUMNO "Q"	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Superítem 1	U <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	R <sub>0</sub>	A <sub>0</sub>
Superítem 2	U <sub>0</sub>	M <sub>0</sub>	R <sub>2</sub>	nA
Superítem 3	U <sub>1</sub>	M <sub>0</sub>	nR	nA
Superítem 4	U <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	nR	nA

Tabla N°4. Resultados de la evaluación SOLO del estudiante Q.

### 3.9. Resultados relativos a la validación del Test.

Fue necesario asegurarse de que el instrumento de evaluación sea el más adecuado. Para ello, se realizaron mediciones que permiten verificar si el Test es coherente con la estructura de los niveles SOLO, los cuales se detallan seguidamente:

#### 3.9.1. Juicio de experto

Se hizo llegar a profesores de Biología de Educación Media y universitaria información descriptiva sobre la Taxonomía SOLO, así como también tres Escalas de Apreciación. La primera de ellas contemplaba en la primera columna un listado de eventuales preguntas del Test y, en la primera fila, los niveles taxonómicos SOLO. El propósito fue que los profesores evaluaran la estructura de la pregunta de acuerdo a su jerarquía en la taxonomía SOLO.

La segunda Escala de Apreciación contenía en su primera columna las eventuales preguntas del Test. En la primera fila, el tronco del ítem y los objetivos del Programa de Biología para Primer Año Medio. El propósito fue establecer la correspondencia entre las preguntas, el tronco del ítem y los objetivos del Programa.

La tercera Escala de Apreciación entregada a los docentes especialistas en Biología, la estructuraba una columna con los troncos de los superítemes y una fila con los objetivos del Programa de Biología. El propósito era establecer la correspondencia entre los troncos de los ítemes y los objetivos del Programa.

El grado de acuerdo de los expertos en la evaluación y correspondencia entre preguntas y objetivos, preguntas y tronco del ítem, objetivo del programa y tronco del ítem, preguntas y jerarquía SOLO, sobrepasó el 90% del total del análisis realizado, lo cual garantiza, en gran medida, que el instrumento que se estaba elaborando iba por el camino correcto.

### **3.9.2. Prueba Piloto**

Se aplicó una prueba piloto a una muestra de 115 estudiantes de Primer Año Medio, correspondientes a tres Unidades Educativas y adscritas a las Dependencias Municipal, Particular y Particular Subvencionada de la Comuna de Osorno.

Se comprobó la comprensión de la redacción de la información que contenía el tronco del superíteme y de las preguntas por parte de los estudiantes, la estructura de las preguntas acorde a los niveles SOLO y el tiempo que llevaba resolver los superítemes. Estas comprobaciones dieron lugar a las modificaciones necesarias que debieron realizarse para dar lugar a la elaboración definitiva de los cuatro superítemes que constituyeron el instrumento final de evaluación.

### **3.9.2. Validación interjueces**

Para validar el Test referido a la calidad del aprendizaje de los estudiantes, se procedió al análisis y distribución de las respuestas de los alumnos en los diferentes niveles de la Taxonomía- desde el nivel Preestructural hasta el nivel Abstracto, en función del criterio establecido por la misma. Para evaluar y situar cada respuesta en el nivel correspondiente y garantizar la fiabilidad se realizó un análisis interjueces – tal como proponen Biggs y Collis (1982).

Para llevar a cabo este análisis se procedió a la creación de dos grupos constituidos por tres jueces cada uno. Los jueces eran profesores de Biología que habían participado previamente como expertos en la validación del Test y que tenían conocimiento de la taxonomía SOLO.

A cada grupo de jueces se le hizo entrega de las respuestas dadas por los estudiantes y la tabla con los descriptores de respuestas elaboradas por el investigador en conjunto con los docentes de Biología.

Posteriormente, cada grupo de jueces situó individualmente cada respuesta de las preguntas correspondientes en uno de los niveles establecidos en la taxonomía SOLO y su respectivo subíndice. Luego de ello, se procedió a contrastar la información con los demás jueces de su grupo y, posteriormente, se discutió entre todos los jueces los casos en los que hubo desacuerdo.

Una vez recogidas todas las evaluaciones realizadas por los dos grupos de jueces, se procedió a contrastar sus respuestas con el propósito de establecer el grado de concordancia en su evaluación.

El grado de concordancia de los jueces en la evaluación y en la asignación en los niveles SOLO de las respuestas fue superior al 90%, porcentaje que garantiza, en gran medida, la objetividad de la calificación asignada a la respuesta.

Las respuestas en donde no hubo acuerdo entre los jueces en la asignación del nivel SOLO dicen relación con la asignación del subíndice. Esta discordancia fue resuelta por el investigador.

### **3.9.3. Resultados validación del test: Coeficiente de Escalabilidad de Guttman. Análisis de los resultados**

El Coeficiente de Escalabilidad de Guttman mide la estructura jerárquica de un Test. Para utilizarlo, deben considerarse los ítems ordenados, de manera que en primer lugar se encuentren asociados al grado inferior de la escala (Nivel Uniestructural), y así sucesivamente. De esta manera, se obtiene un Vector con los resultados de los diferentes ítems. Se dice que hay un “error” cuando el resultado de un ítem es menor que el resultado de otro ítem correspondiente a algún nivel superior. En otras palabras, se produce un error cuando un estudiante responde peor a un ítem de un cierto grado en la escala que a uno o varios ítems de grados superiores.

El Coeficiente de Escalabilidad varía entre 0 y 1 alcanzando el valor Rep =1 cuando no se ha producido ningún error. La opción que se tomó para analizar la estructura jerárquica del test al medir los niveles SOLO de las preguntas de los estudiantes es la siguiente:

$$\text{Rep} = 1 - \frac{\text{N}^\circ \text{ de errores}}{16 \times \text{n}^\circ \text{ de estudiantes}} = \frac{52}{16 \times 278} = 0,0116$$

*Figura N°1. Coeficiente de Escalabilidad de Guttman*

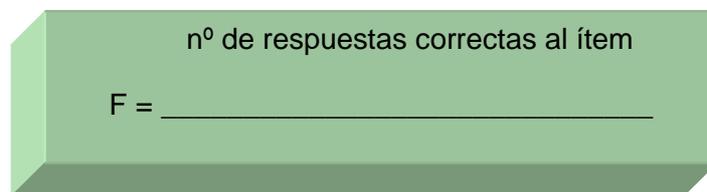
Cada estudiante tiene asignado un Vector de cuatro componentes que reflejan, en cada superítem, el resultado de la evaluación de la pregunta. Dado que el test contiene 4 superítemes, cada estudiante tiene asignada una matriz 4x4 en la que cada componente  $a_{iJ}$  es el resultado de la evaluación de la pregunta  $i$  ( $i=1,2,3$  y  $4$ ) en el superítem  $J$  ( $J= 1,2,3$  y  $4$ ).

El número total de errores producidos fue de 52 lo que nos da un coeficiente de 0.988, mayor que cualquiera de los usados por Mayberry (1983), Hart (1981) o Romberg, Jurdak, Collis y Buchanan (1982). Este coeficiente apoya la validez del instrumento que se ha construido para medir niveles SOLO de respuesta, con estructura jerárquica.

## Índice de Facilidad de los ítems y del test.

El índice de Facilidad de un test mide, como su nombre indica, la facilidad de cada ítem del Test. Para aplicar este coeficiente, hay que considerar las respuestas a los ítems como correctas o incorrectas y contar el número de respuestas correctas.

Para tal efecto, se usó la siguiente formula:



nº de respuestas correctas al ítem

$$F = \frac{\text{nº de respuestas correctas al ítem}}{\text{nº de ítems}}$$

*Figura N°2. Índice de Facilidad de los ítems y del test.*

El Coeficiente “F” varía entre 0 y 1, correspondiendo  $F = 0$  al caso de mínima facilidad, pues no hay ninguna respuesta correcta, y  $F=1$  al caso de máxima facilidad, pues todas las respuestas han sido correctas.

Dado que el cálculo del Índice de Facilidad exige considerar las respuestas correctas o incorrectas, la opción que se tomó para el cálculo de este índice es considerar como respuesta correcta a aquella a la que ha sido posible asignar un nivel de respuesta SOLO, independientemente de la tipología de la misma reflejada por el subíndice que le acompaña. Por otra parte, una respuesta será considerada, incorrecta si la asignación del nivel SOLO no ha sido posible y por tanto ha sido calificada como no Uniestructural (nU), no Multiestructural (nM), etc.

La Tabla siguiente refleja los índices de facilidad de cada ítem en cada superítem y en el conjunto del test.

<b>SUPERÍTEM</b>	<b>NIVELES SOLO</b>			
	<b>U</b>	<b>M</b>	<b>R</b>	<b>A</b>
1	0,815	0,605	0,266	0,142
2	0,859	0,641	0,498	0,318
3	0,742	0,399	0,315	0,229
4	0,738	0,417	0,219	0,110
TEST	0,788	0,515	0,324	0,199

*Tabla N°5. Índice de Facilidad de las preguntas de los superítemes y del Test para los estudiantes evaluados.*

El examen de los datos aportados por esta Tabla revela que los cuatro superítemes siguen las direcciones predichas por la Taxonomía SOLO pues los índices de facilidad decrecen a medida que la tarea se vuelve más compleja para el estudiante.

Finalmente, se puede concluir que las mediciones de los resultados permiten verificar la coherencia del Test con la estructura de los niveles SOLO.

Los índices que determinan los coeficientes de facilidad y de escalabilidad muestran la utilidad del instrumento usado para la evaluación, al demostrar que los ítemes construidos determinaron la estructura jerárquica de las respuestas de los estudiantes; de este modo se ha asegurado que el Test es coherente con sus estructuras jerárquicas. El conjunto del Test se corresponde con los postulados de la Taxonomía SOLO

#### **4. Presentación y análisis de Resultados:**

##### ***Introducción***

En esta sección se muestran los resultados de la asignación de niveles SOLO al aprendizaje de los estudiantes en función de las altas calificaciones obtenidas y al

tipo de dependencia educacional. Las calificaciones de los alumnos se agrupan de acuerdo al rango de notas empleados tradicionalmente en la educación chilena. Estos se definen como: Muy bueno 6.0 a 7.0.

#### 4.1. Rango de calificaciones superiores a 6.0 v/s nivel SOLO asignado.

Se observa que la distribución de los alumnos en los niveles SOLO, según rango de calificación, es relativamente homogénea para los primeros tres niveles inferiores de la T. SOLO. Con mayor cantidad las respuestas que califican en el nivel más elemental de la taxonomía, el Preestructural, es decir, no logran estructurar una respuesta mínima aceptable. Se observa declinación en el porcentaje de respuestas de nivel SOLO Abstracto Extendido, que significa demostrar competencia en el tema

Situación diferente se observa en los estudiantes universitarios. Los mayores porcentajes de sus respuestas, califican como de nivel Multiestructural y Abstracción Extendida, esto significa, respuestas que expresan la utilización de un principio general y abstracto, como también, datos obvios extraídos del enunciado de la pregunta y, también, análisis de datos separados, no se observa la interrelación entre ellos.

#### 4.2. Resultados de las Correlaciones Niveles SOLO v/s calificaciones de los estudiantes en Biología.

Con el propósito de determinar la correspondencia entre las calificaciones obtenidas por los alumnos en Biología y los niveles SOLO, se obtuvo el *Coefficiente de Correlación de Spearson*. Autores como CONOVER (1978) sugieren cuando se tienen muchos empates, utilizar este *Coefficiente de Correlación* sobre los rangos de las variables. Su fórmula es:

$$r_{pearson} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

*Figura IX. 1 Coeficiente de Correlación de Spearson*

De acuerdo a los datos que se disponen la Correlación entre **Notas y Niveles SOLO** es:  $r_{spearson}=0,269$ . Resultado que indica una correlación positiva débil entre estas variables.

Para ratificar el resultado obtenido, se calculó el *Coeficiente C de Contingencia* estadístico empleado para obtener la Correlación entre variables y más aún entre cualquier tipo de variables.

El *Coeficiente de Contingencia C* es una medida del grado de asociación o relación entre dos conjuntos de atributos.

Cuando no existe grado de asociación entre las variables, el *Coeficiente de Contingencia C* debe ser nulo, es decir, igual a cero y, cuando las variables muestren completa dependencia entre sí, cuando esté perfectamente correlacionada el Coeficiente de Contingencia C, debe ser igual a la unidad.

Calculado el Coeficiente de Contingencia C a través del Programa SPSS para las variables **Notas y Niveles SOLO**. Se obtuvo un valor muy cercano al Coeficiente de Correlación Spearson. Este fue  $C= 0,307$ .

En conclusión y de acuerdo a los valores obtenidos, se observa que las correlaciones entre las variables notas y niveles SOLO, en términos del Coeficiente de Contingencia C y del Coeficiente de Correlación de Spearson, son coherentes y muestran una correlación positiva débil entre ellos. En síntesis, se observa un débil grado de asociación entre las notas obtenidas por los estudiantes en Biología y el nivel SOLO asignado. Ello significa que a las respuestas dadas por los estudiantes, independientemente de la calificación obtenida en Biología, se les otorga desde el nivel SOLO Preestructural al Abstracto Extendido.

NIVEL DE COMPLEJIDAD ESTRUCTURAL SOLO	
---------------------------------------	--

	PREESTRUCTURAL		UNIESTRUCTURAL		MULTIESTRUCTURAL		RELACIONAL		ABSTRACCION EXTENDIDA		
	Can.	%	Can.	%	Can.	%	Can.	%	Can.	%	
Media	17	26.5	15	23.4	14	21.8	10	15.6	8	12.5	64
Universidad	0	0,0	3	20,0	5	33,3	2	13.3	5	33,3	15

*Tabla N°6. Porcentajes de las relaciones entre las calificaciones (rangos de notas) obtenida por los estudiantes y los niveles SOLO.*

#### **4.3. Rango de calificaciones 6.0-7.0, nivel SOLO asignado por dependencia educacional.**

Respecto de las relaciones entre niveles SOLO, rango de notas y tipo de dependencia educacional, se pudo observar para los estudiantes Municipales, se han distinguido niveles SOLO que recorren desde el Preestructural, Uniestructural, Multiestructural, Relacional y Abstracto. Prácticamente la mitad de ellos se distribuye en el nivel Preestructural, es decir, no logran estructurar una respuesta mínima, habiendo demostrado previamente, de acuerdo a las calificaciones obtenidas, competencia en el tema. Junto a lo anterior, a un porcentaje del 3,7% de los estudiantes se les asignó los niveles SOLO Relacional y Abstracto Extendido respectivamente.

Para alumnos de dependencia educacional Particular Pagada, se han distinguido niveles SOLO que recorren desde el Preestructural, Uniestructural, Multiestructural, Relacional y Abstracto. Mayoritariamente, los alumnos de este tipo de dependencia educacional se ubican en el nivel SOLO Relacional. Se pudo observar, además, que a un 15% de los estudiantes, a pesar de haber demostrado competencia en el tema según las notas obtenidas, se les asignó el nivel SOLO Preestructural. A diferencia de los estudiantes de la dependencia Municipal, para este rango de calificación, las

respuestas de los alumnos de unidades educativas Particulares Pagados se distribuyen, mayoritariamente, en niveles SOLO de categoría superior.

Respecto de los estudiantes de Unidades Educativas Particulares Subvencionadas, se han distinguido niveles SOLO que recorren desde el Uniestructural, Multiestructural, Relacional y Abstracto, distribuyéndose en mayor porcentaje en el nivel SOLO Abstracto Extendido. Se pudo constatar, además, que a las respuestas de estos estudiantes no se les asignó el nivel Preestructural.

Los estudiantes universitarios califican respuestas de nivel Uniestructural, Multiestructural, Relacional y Abstracción Extendida. No se observaron respuestas de nivel Preestructural. Esto significa que los alumnos de alto rendimiento académico no dan respuestas irrelevantes a las preguntas formuladas en el test de Biología.

Mayoritariamente, las respuestas de los estudiantes universitarios, de buen rendimiento académico, se clasifican como abstracta extendida pero, su porcentaje no supera el 34% que, para este nivel educativo y rendimiento académico de los estudiantes es exiguo.

La Tabla siguiente recogen los porcentajes de estudiantes descritos previamente

Dependencia	Rango de notas	NIVELES SOLO					
		P	U	M	R	A	
MUNICIPAL	6.0-7.0	<b>48.14</b>	22.22	22.22	3.70	3.70	27
PART.SUBV.	6.0-7.0	0.0	27.27	18.18	18.18	<b>36.36</b>	11
PART. PAGADA	6.0-7.0	15.38	23.07	23.07	<b>26.92</b>	11.53	26
UNIVERSITARIA	6.0-7.0	0,0	20.0	33,3	13,3	<b>33.3</b>	15

*Tabla N°7. Porcentaje de niveles SOLO según rango de calificación 6.0-7.0, por dependencia educacional.*

Con el propósito de enriquecer y ampliar el foco de análisis, asociar la taxonomía SOLO con enfoques del aprendizaje, dar más significado a las categorías SOLO y situarnos directamente en el léxico educacional, se establece la conexión entre la estructura de la respuesta dada por los estudiantes de más alto rendimiento, a las preguntas formuladas y, el enfoque del aprendizaje que hace Marton, F.(1988).

Sobre este particular, el autor clasifica las respuestas que entregan los estudiantes en dos enfoques distintivos: enfoque del aprendizaje profundo y enfoque del aprendizaje superficial. El enfoque profundo incluye el nivel taxonómico SOLO Abstracto Extendido. El enfoque superficial se asocia con los niveles: Uniestructural Multiestructural y Relacional.

La principal diferencia entre el enfoque profundo y el enfoque superficial es que, mientras en el primero, la intención de dar a la información un significado personal conduce a un proceso de aprendizaje activo en el que el estudiante transforma el material de aprendizaje para darle sentido, en el segundo, la intención de cumplir con la tarea, realizando el mínimo esfuerzo conduce a desviar la atención hacia aspectos aislados y poco relevantes y, consecuentemente, a reproducir la información en vez de interpretarla.

Las concepciones más simples (memorizar, saber o no saber) son más próximas o pueden conducir más fácilmente a enfocar el aprendizaje y el estudio de manera más superficial, puesto que aprender implicaría, desde estas concepciones, realizar tareas de memorización y reproducción de los bloques de información recibida. Si nos situamos en el extremo opuesto, las concepciones más complejas (comprender la realidad) conducirían a interpretar las ideas y transformarlas para dotarlas de significado, características más próximas a un enfoque profundo (Marton y Säljö 1997; Entwistle, 1998).

A la asociación nivel SOLO versus enfoque del aprendizaje hecha por Marton F., el autor de esta investigación le ha hecho una adaptación en lo que dice relación con el nivel taxonómico SOLO Preestructural. Esta categoría se ha sacado del enfoque de aprendizaje superficial pues, no hay aprendizaje todavía y, por lo tanto, no se observan respuestas que denoten aprendizajes. Esta modificación consiste en crear un tercer grupo al que se le ha denominado en este estudio: "Aprendizaje no observado"

La Tabla que se presenta a continuación clasifica los enfoques del aprendizaje descritos precedentemente.

Taxonomía SOLO	Enfoques del aprendizaje
<p style="text-align: center;"><b><i>Preestructural</i></b></p> <p>Es aquella respuesta en que la información producida es una repetición de la pregunta planteada, una respuesta irrelevante o no se entrega una respuesta.</p>	<p style="text-align: center;"><b><i>No observado</i></b></p> <p>El estudiante no logra estructurar una respuesta satisfactoria.</p>

<p style="text-align: center;"><b>Uniestructural</b></p> <p>Es una respuesta que presenta un fragmento de información pertinente.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Superficial</b></p> <p>Reproduce la información aprendida, se desliza por la periferia del contenido, da respuestas objetivas, pero limitadas. Hay ausencia de reflexión, el foco está en elementos sueltos sin integración. Las respuestas no van más allá de la selección de información y su presentación, cuando corresponde, es de tipo descriptiva o narrativa.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Multiestructural</b></p> <p>Contiene varios fragmentos de información relevante</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Relacionante</b></p> <p>La información relevante aparece interrelacionada y la conclusión se extrae de ese análisis.</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Abstracta extendida</b></p> <p>Una respuesta interrelaciona la información, recurre a conceptos abstractos e ideas teóricas para dar una explicación más completa y más formal.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Profundo</b></p> <p>Establece una fuerte interacción con el contenido, relacionándolo con sus conocimientos previos, otros temas y experiencia personal.</p> <p>La información entregada es relevante, aparece interrelacionada y la conclusión se extrae de ese análisis. Las respuestas van más allá de la descripción llegando a la explicación.</p>

Tabla N° 8. Asociación enfoques del aprendizaje (Marton F.) niveles de respuesta SOLO( adaptado de Entwistle, N°: 1988) Modificado por el autor.

De esta manera, se analizan las respuestas dadas por los estudiantes a la luz de la taxonomía SOLO y los enfoques del aprendizaje.

Sobre el particular, se observa en la Tabla N° 9 que un 12.5% de los estudiantes evidencia respuestas que se pueden corresponder con el enfoque del aprendizaje profundo. Ello significa, de acuerdo a Marton, que las respuestas Abstractas dadas por los estudiantes permiten juzgar el aprendizaje como comprendido, muestra que ha conseguido el dominio y que no hay tareas sin resolver. El alumno no sólo logra interrelacionar la información, sino que recurre a conceptos abstractos e ideas teóricas para dar una explicación más acabada. Este tipo de estudiante no queda satisfecho con la información entregada en el tronco del ítem sino que fue, en palabras de Brunner, "más allá de la información dada".

Respecto del enfoque del aprendizaje superficial, el 60,8% de los estudiantes da respuestas que se agrupan en este enfoque, es decir, el alumno reproduce la información aprendida, se desliza por la periferia del contenido, da respuestas objetivas, pero limitadas. Hay ausencia de reflexión, el foco está en elementos sueltos sin integración. Las respuestas no van más allá de la selección de información y su presentación, cuando corresponde, es de tipo descriptiva o narrativa; El contenido sólo se relaciona con el hecho de leer la información expresada en el tronco del ítem y no con los conocimientos previos o la experiencia personal.

Junto a lo anterior, el 26,5% de los estudiantes da respuestas irrelevantes, denotando, de acuerdo a la calidad de su respuesta, que aún no se produce el aprendizaje y, por lo tanto, no se puede observar.

La Tabla que a continuación se observa, presenta lo analizado precedentemente.

**Relación entre los enfoques del aprendizaje y los niveles de respuestas SOLO, en estudiantes universitarios y Ed. Media, con rendimiento escolar en Biología igual o superior a 6.0.**

NIVELES SOLO	RESPUESTAS EST. ED. MEDIA	RESPUESTAS EST. UNIVERSITARIOS	ENFOQUES DE APRENDIZAJE
Preestructural	26,5	0,0	NO OBSERVADO

Uniestructural Multiestructural Relacional	60,8	66,6	SUPERFICIAL
Abstracto Extendido	12,5	33,3	PROFUNDO

*Tabla N° 9. Relación porcentual entre los enfoques del aprendizaje y los niveles de respuestas SOLO, en estudiantes universitarios y Ed. Media, con rendimiento escolar en Biología igual o superior a 6.0*

#### **4.4. Resultados subniveles SOLO v/s rango de calificaciones 6.0-7.0 con nivel SOLO adjudicado, por dependencia educacional.**

En este apartado se analizan los resultados de los subniveles SOLO asignados a los estudiantes, en función de las notas obtenidas en Biología, según la dependencia educacional. Específicamente, el análisis se hace con los estudiantes que han obtenido un promedio de notas en el Subsector, igual o superior a seis; complementario a ello, que no se les haya asignado el nivel Preestructural. Esto porque este nivel no tiene subniveles de respuestas. En esta categoría se agrupan las respuestas cuya información producida es una repetición de la pregunta planteada, una respuesta irrelevante o no se entrega respuesta.

Como ya se expresara precedentemente, los alumnos organizan y usan la información de manera distinta para fundamentar sus respuestas a la pregunta formulada. Por tanto, a la hora de asignar un nivel SOLO a los alumnos, fue necesario diferenciar unas respuestas de otras en razón, fundamentalmente, de la exactitud y extensión del contenido. Esta distinción se ha codificado con subíndices para cada uno de los subniveles SOLO. De esta manera, se han distinguido respuestas Ji con  $i=0,1,2$  para las diferentes preguntas cuyas respuestas son para todas las categorías SOLO y que indican diferentes argumentos que conducen a dichas respuestas.

Respecto de este particular, se observa en la Tabla N°10 y Tabla N°11. que las respuestas dadas por los estudiantes que obtienen calificación en Biología superior a seis se distribuyen, mayoritariamente, en el nivel SOLO más elemental de los subniveles ( $I_0$ ) con la excepción del nivel Uniestructural, que en promedio general, agrupa a la mayoría de los estudiantes en el subíndice  $I_1$ . Esto significa que los estudiantes responden lo mínimo exigido en la pregunta. Muy pocos, no más del 1.05% de los estudiantes de todas las dependencias educacionales, emite una respuesta que se califica como de calidad máxima identificada con el subíndice  $I_2$ .

En la categoría SOLO Uniestructural el 40.0% de los alumnos da respuestas del tipo  $U_0$  y el 53.3.% del tipo  $U_1$ . Estas últimas son dadas, mayoritariamente, por alumnos de establecimientos Particulares Subvencionados y Pagados. Existe también, pero en porcentaje menor (6.6%), estudiantes que logran dar respuestas del más alto nivel exigido y que corresponden a alumnos de establecimientos particulares Subvencionados de iglesia. Respecto de los estudiantes universitarios y las categorías SOLO, se pudo observar que sus respuestas califican, mayoritariamente, en el subnivel mas elemental pero, un porcentaje no menor califica en los subniveles  $I_1$  y  $I_2$ , aunque estos último son los menos porcentualmente

I

**Subniveles solo v/s rango de calificaciones 6.0-7.0, en estudiantes ed. media y universitaria**

Subniveles SOLO													
Estudiantes	% Uniestructural			% Multiestructural			% Relacional			% Abstracto			
	U <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	
<b>Ed. Media</b>	40,0	53,3	6,6	64,2	35,7	0,0	80,0	20,0	0,0	87,5	12,5	0,0	47
<b>Universitarios</b>	0,0	100	0,0	80,0	20,0	0,0	50,0	50,0	0,0	50,0	40,0	10,0	15

Tabla N°10. Subniveles solo v/s rango de calificaciones 6.0-7.0, en estudiantes ed. media y universitaria

Subniveles solo v/s rango de calificaciones entre 6.0-7.0, en estudiantes de ed. media y universitaria por dependencia educacional

Subniveles SOLO													
Estudiantes	% Uniestructural			% Multiestructural			% Relacional			% Abstracto			
	U <sub>0</sub>	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>	M <sub>0</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	
<b>Municipales .</b>	80,0	20,0	0,0	85,0	15,0	0,0	100	0,0	0,0	100	0,0	0,0	14
<b>Particulares,Sub.</b>	30,0	50,0	20,0	42.8	57.1	0,0	66.6	33.3	0,0	100	0,0	0,0	11
<b>Particulares, .Pag.</b>	27.2	72.7	0,0	75,0	25,0	0,0	90,0	10,0	0,0	66.6	33.3	0,0	22
<b>Universitarios</b>	0.0	100	0.0	80,0	20,0	0,0	50,0	50,0	0,0	50,0	40,0	10,0	15

Tabla N° 11. Relación entre los enfoques del aprendizaje y los niveles de respuestas SOLO, en estudiantes con rendimiento escolar en Biología superior a 6.0, por Dependencia Educacional.

#### 4.5 Resultados entre las calificaciones, superior a seis de los estudiantes universitarios y ed. media y nivel SOLO, según sexo.

En la tabla siguiente no se observa diferencias significativas entre el género y la calidad de la organización de la respuesta estructurada por los y las estudiantes. Tanto a mujeres como a hombres se les atribuye el logro de los niveles taxonómicos más altos pero, el porcentaje de estudiantes que alcanza ese nivel es bajo, comparado con aquellos porcentajes que obtienen niveles más elementales de la taxonomía.

**Relación porcentual entre las calificaciones, superior a seis de los estudiantes universitarios y ed. media y nivel solo, según sexo.**

ENFOQUES DE APRENDIZAJE							M y F
	NO LOGRADO		SUPERFICIAL: REPRODUCCION		PROFUNDO: SIGNIFICADO		
	M	F	M	F	M	F	
<b>ED. MEDIA</b>	6,2	20,3	26.4	34.3	6.2	6.2	<b>64=100</b>
<b>UNIVERSIDAD</b>	0,0	0,0	13,3	40,0	26,6	20,0	<b>15 =100</b>

*Tabla N°12. Relación porcentual entre las calificaciones, superior a seis de los estudiantes universitarios y ed. media y nivel solo, según sexo.*

**5. De las conclusiones finales**

En este apartado se presentan algunas de las principales conclusiones a las que se ha llegado en el estudio realizado. Estas, por una lógica coherencia, se han de referir a aquellas preguntas que se formularon en el capítulo correspondiente a los objetivos del trabajo. Finalmente, hay que decir también que el trabajo cuenta en su desarrollo con conclusiones puntuales obtenidas a partir del análisis de los resultados.

### **Conclusiones de tipo general.**

Ciertamente el aprendizaje de la Biología puede ser evaluado desde la perspectiva de la Taxonomía SOLO.

La Taxonomía SOLO interpreta las respuestas de los estudiantes en sí mismas. Permite analizar la profundidad de elaboración y la organización estructural de la respuesta que un estudiante proporciona a una pregunta planteada.

Esta evaluación del aprendizaje de la Biología puso de manifiesto niveles de respuestas dadas por los estudiantes de mejor rendimiento escolar desde el punto de vista de su organización y estructura. Ello se traduce en asignar niveles de comprensión y, por ende, en atribuir calidades a los aprendizajes logrados.

### **Conclusiones específicas**

Las evidencias en los resultados del aprendizaje de los estudiantes de Educación Media, primer año, de buen rendimiento escolar en Biología de la ciudad de Osorno, demuestran, mayoritariamente, que su desempeño, según el nivel de complejidad estructural de sus respuestas, éstas se clasifican dentro de aquellas definidas como: irrelevantes, sin sentido, confusas, tautológicas del enunciado o, simplemente, no responden.

Esto significa que, de acuerdo a los valores obtenidos en el Coeficiente de Correlación de Pearson y el Coeficiente de Contingencia C, para las variables niveles SOLO asignados y buenas calificaciones en biología, éste se puede definir como del tipo asociación baja. Esto equivale a decir que las notas obtenidas por los estudiantes reflejan un bajo grado de asociación con la calidad en la organización estructural del resultado del aprendizaje, en función del tipo de respuesta que un alumno proporciona a una pregunta planteada.

Los resultados del aprendizaje de los estudiantes de la Universidad de Los Lagos, primer año, de buen rendimiento escolar en Biología, demuestran, mayoritariamente, que su desempeño, según el nivel de complejidad estructural de sus respuestas, se clasifica dentro de aquellas definidas como abstracción extendida, esto es : Presenta datos relevantes interrelacionados. Introduce un principio abstracto, metáforas, ejemplos y analogías que no se han dado directamente en los datos. Explica en profundidad los datos y su incidencia en la situación particular.

Cuando existe un número de “factores”, “proposiciones”, “pasos” o “puntos” correctos que puedan ser incluidos en una respuesta, el estudiante los menciona todos, además cada uno es presentado con relación o conexión correcta con los otros. Aplica los contenidos a contextos nuevos.

Esto quiere decir que, de acuerdo a los valores obtenidos en el Coeficiente de Correlación de Pearson y el Coeficiente de Contingencia C, para las variables niveles SOLO asignados y buenas calificaciones en biología, éste se puede definir como del tipo positivo débil. Esto equivale a decir que las notas obtenidas por los estudiantes reflejan asociación con la calidad en la organización estructural del resultado del aprendizaje, en función del tipo de respuesta que un alumno proporciona a una pregunta planteada.

Los resultados del aprendizaje de los estudiantes de Educación Media, primer año, de buen rendimiento escolar en Biología de la ciudad de Osorno, de acuerdo a la dependencia educacional expresan lo siguiente: la mitad de los estudiantes municipales responde de manera irrelevante, con contestaciones evasivas, sin sentido, reitera el enunciado o, simplemente, no responden.

En valores de Coeficiente de Correlación de Pearson y el Coeficiente de Contingencia C, para las variables niveles SOLO asignados y buenas calificaciones en biología, éste se puede definir como del tipo positivo débil. Esto equivale a decir que las notas obtenidas por los estudiantes reflejan bajo grado de asociación con la calidad en la organización estructural del resultado del aprendizaje, en función del tipo de respuesta que un alumno proporciona a una pregunta planteada.

Los estudiantes de colegios particulares subvencionados, de iglesia, de buen rendimiento escolar en Biología estructuran sus respuestas entre los niveles de aprendizaje: uniestructural y abstracto extendido, con mayor porcentaje en este último nivel, esto significa que sus respuestas van de la estructura básica hasta la competencia. Su organización se mueve desde la entrega de datos extraídos del

enunciado, recuerdo de dos o más datos relevantes hasta la introducción de un principio abstracto, metáforas, explicaciones en profundidad para, finalmente, aplicar los contenidos a contextos nuevos.

Esto significa que, de acuerdo a los valores obtenidos en el Coeficiente de Correlación de Pearson y el Coeficiente de Contingencia C, para las variables niveles SOLO asignados y buenas calificaciones en biología, éste se puede definir como del tipo positivo satisfactoria. Equivale a decir que las notas obtenidas por los estudiantes reflejan correspondencia con la calidad en la organización estructural del resultado del aprendizaje.

Los estudiantes de colegios particulares pagados, de buen rendimiento escolar en Biología estructuran sus respuestas entre los niveles de aprendizaje: Preestructural y abstracto extendido. Esto significa que sus respuestas van desde la incompetencia hasta la maestría.

Lo anterior significa que, de acuerdo a los valores obtenidos en el Coeficiente de Correlación de Pearson y el Coeficiente de Contingencia C, para las variables niveles SOLO asignados y buenas calificaciones en biología, se puede definir como del tipo positivo moderado. Esto equivale a decir que las notas obtenidas por los estudiantes reflejan correspondencia, aunque moderada, con la calidad en la organización estructural del resultado del aprendizaje.

No fue posible asociar un único nivel de respuesta SOLO que sea característico de los estudiantes de Ed. Media y universitarios, de buen rendimiento escolar o académico en Biología. Es decir, no se observó asociaciones generales del tipo, por ejemplo, estudiantes que se agrupan en rango de notas 6,0 a 7,0 con nivel SOLO Abstracto Extendido. Lo que significa que, estos estudiantes de buen rendimiento escolar o académico formulan respuestas que manifiestan la utilización de un principio general y abstracto que pueda ser inferido a partir del análisis sustantivo de los datos del problema y que es generalizable a otros contextos.

Respecto de la conexión entre el aprendizaje desde la estructura de la respuesta otorgada por el estudiante y el enfoque de aprendizaje profundo y superficial, se puede concluir que, mayoritariamente, las respuestas de los alumnos de ed. media, en Biología, de buen rendimiento escolar, se agrupan en el enfoque de aprendizaje superficial. Este enfoque está relacionado con resultados cualitativamente elementales en términos de estructura, utilización de conocimientos, atención a detalles, relevancia, comprensión, aplicación de conocimientos a ideas de otros y a nuevas situaciones e integración de ideas.

En relación a la correspondencia existente entre el aprendizaje desde la estructura de la respuesta y el enfoque de aprendizaje, se pudo observar una estrecha conexión entre ellos. Los estudiantes universitarios califican sus resultados en el enfoque profundo. Esto significa que sus respuestas cualitativamente son superiores en términos de estructura, utilización de conocimientos, atención a detalles, relevancia, comprensión, aplicación de conocimientos a ideas de otros y a nuevas situaciones e integración de ideas.

A las respuestas de los estudiantes de ed. Media como Universitarios, evaluadas como correctas se les asigna, mayoritariamente, el subnivel inferior de cada nivel según la T. SOLO.

Los estudiantes almacenan información e identifican la organización estructural y funcional de la célula, pero no se observa que apliquen los aprendizajes en contextos nuevos y empleen conocimiento adquirido previamente.

La capacidad de los estudiantes de establecer en sus respuestas conexiones, correctas de manera conjunta e integrada, entre las estructuras y funciones de la célula, es particularmente deficiente.

Mayoritariamente, las respuestas dadas por los estudiantes de buen rendimiento escolar son de carácter descriptivas. Las explicaciones y analogías son escasas.

## **6. Referencias Bibliográficas:**

Alonso, M., Concepciones docentes sobre evaluación en la enseñanza de las ciencias.. *En Revista Alambique* . 1995. N° 4 año II, Págs.6-15.

Biggs, J.B. y Collis, K.F. *Evaluating the Quality of Learning: The taxonomy*. Nueva York : Academic Press. ( 1982).

----- (*Multimodal Learning and the Quality of intelligent Behavior*, en Rowe, H.(ed) Intelligence: Reconceptualization and Measurement. LEA, Australian Council for Educational Research, 1991. págs.57-76

----- What do inventories of students learning processes really measure? 1993. A theoretical review and clarification. *British Journal of educational Psychology*. 63, 3-19.

Bloom, B. *Taxonomía de los objetivos de la educación*. El Ateneo, Buenos Aires. 1979.

Castro,J., *Técnicas de investigación en las ciencias del comportamiento. España*. 1996. U. Salamanca.391 Pp.

Collis, K. F., Biggs, J. B., *Developmental determinants of qualitative aspects of school learning*, en Evans, G. (Ed.): *Learning and Teaching Cognitive Skills*. Australian Council for Educational Research, 1991. págs. 185-207.

Collis, K. F., Romberg, T.A., *Assesment of Mathematical Performance: An analysis of Open-Ended test items*. (National Center for Research in Mathematical Science Education. Wisconsin Center for Education Research. 1989. School of Education, University of Wisconsin-Madison).

Collis, K. F., Romberg, T.A., and Jurdak, M.E., *A technique for assessing mathematical problem-solving ability*, *Journal for Research in Mathematics Education*, 1986. vol. 17, págs. 206-221.

Collis, K. F., Watson, J. M., *A Mapping Procedure for Analysing the Structure of Mathematics Responses*, *Journal of Structural Learning*. 1991. Vol. 11, págs. 65-87.

Collis, K. F.; Watson, J. M. y Campbell, K. J., *Cognitive Functioning in Mathematical Problem Solving During Early Adolescence*, *Mathematics Education Research Journal*, 1993. vol. 5, núm. 2. págs. 107-123.

Entwistle, N.). *La comprensión del aprendizaje en el aula*. España. Paidós. 1998.136Pp.

- Gardner, H., *La mente no escolarizada*. Barcelona. Paidós.1993. 292Pp.
- Gros, B. y Romañá, T., *Ser profesor. Palabras sobre la docencia universitaria*.  
Barcelona: Publicaciones de la Universitat de Barcelona. 1995
- Harlen, W. *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias*. Madrid. Morata. 1994. 350Pp.
- Hart, K. *Children's Understanding of Mathematics*. Londres, 1981. Págs 11-16
- Hernández, F., *Aprendizajes, competencias y rendimiento en educación superior*. La  
Muralla. 2005. Pág.72-94; 135Pp.
- Hernández, R. et al *Metodología de la investigación educacional*. México.  
McGraw.Hill. 1991.505 Pp.
- Huerta, P. *Los niveles de van Hiele y la Taxonomía SOLO: Un análisis comparado una  
integración necesaria*. 1999.
- Los niveles de van Hiele en relación con la Taxonomía SOLO y los Mapas  
Conceptuales. 1999. *Enseñanza de las ciencias*, N°17 (2)
- Jurdak, M. *Van Hiele levels and the SOLO Taxonomy, en Proceedings of the 13 th  
Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics  
Education*. 1989. Vol.2, págs. 155-162.
- Levin, J. *Fundamentos de estadística en la investigación social*. Buenos Aires. Editorial  
Prentice-Hall. 1988. Págs. 203-204.
- Lesh, R.; Lamon, S.J.,eds., *Assessment of authentic Performance in Scholl  
Mathematics*. ( AAAS Press: USA) 1992.

Marton, F., Hounsell, D.J. y Entwistle, N. *The Experience of Learning*. Edimburgo: Scottish Academic Press. 1984.

----- Describing and improving learning. En R.R. Schmeck (Ed.), *Learning Strategies and Learning Styles* 1988. ( págs. 53-82) New York: Plenum Press.

Mateo, J. Presentation: En J. Espín y M. Rodríguez, *L'avaluació dels aprenentatges a la universitat*. 1993. Págs.11-13 Barcelona: Universitat de Barcelona.

Mayberry, J. *The van Hiele levels of geometric thought in undergraduated preservice teachers*, Journal for research in Mathematics Education, 1983. vol.14, págs.58-69.

MINEDUC. *Planes y Programa de Biología*, 1996. *Primer Año Medio*. Santiago-Chile.

Monereo, C. Enseñar a aprender y a pensar en la educación secundaria: las estrategias de aprendizaje. En Coll, C. (coord.): *Psicología de la instrucción: La enseñanza y el aprendizaje en la educación secundaria*. Barcelona. Horsori/ICE de la U. Autónoma. 1999

Niss, M. *Investigations into Assessment in Mathematics Education*. ICMI Study. ( Kluwer Academic Publishers: The Netherlands). 1993.

Novak, J. D. y Gowin, D. B. *Aprendiendo a aprender*. (Martínez Roca: Barcelona).1988

Peel, E. *The quality of understanding in secondary school subjects*, Educational Review, .1972. 24,174.182.

Pegg, J.; Davey, G. Clarifying Level descriptors for Children's Understanding of some Basic 2d Geometric Shapes. *Mathematics Education Research Journal*, 1989. vol.1 núm.1, págs. 16-27.

Pozo, J. *Aprendices y maestros: la nueva cultura del aprendizaje*. España. Editorial Alianza. 1999. Págs.272-275.

Rodríguez, C. *Evaluación cualitativa*. En Seminario sobre evaluación educacional. Osorno-Chile. 2002. INACAP. Noviembre de 2002. Hotel Waeger.

Santos Guerra, M *La evaluación: un proceso de diálogo, comprensión y mejora*, Málaga: aljibe. 1993.

Sierra, R. *Tesis doctorales y trabajos de investigación científica*. Madrid, España. Paraninfo S.A. 1986. 411 Pp.

Sidney Siegel, S. *Estadística no Paramétrica*. B. Aires. Trillas. 1972. Págs. 227-245.

Scott, P. *Introducción a la investigación y evaluación educativa*, (UACP y PCCU. México: 1989. Universidad Nacional Autónoma.

Tejedor, J. *Las estrategias utilizadas por los profesores universitarios para la evaluación del aprendizaje de los alumnos*. U. Salamanca. 1997. CIDE. 75 Págs.

Tishman, D. y otros.. *Un aula para pensar: Aprender y enseñar en una cultura de pensamiento*. B. Aires. Aique. 1994. 259 Pp.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO *Enseñanza de las ciencia*, 199917(2) 291-309.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO Piaget en la Educación. Debate en torno de sus aportaciones. México. Paidós. 1998. 211Pp.

Villé,C. *Biología*. México. Interamericana. 2008. Págs. 75-105.

Watson, J.;Collis,K. Y Cambell, K *Developmental Structure in the Understanding of Common and Decimal Fractions, Focus on Learning Problems in Mathematics*. 1995. vol.17,núm1, págs.1-24.

