



Test escrito para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en ciencias: evaluación desde la taxonomía solo

Alejandro **Sepúlveda** Obreque
Departamento de Educación, Universidad de Los Lagos,
Chile
asepulve@lagos.cl

Margarita **Opazo** Salvatierra
Facultad de Educación, Universidad de Playa Ancha
Chile
mopazos@gmail.com

Resumen

La investigación tuvo como propósito diseñar y validar un instrumento, en forma de Test escrito, que evaluara la profundidad de elaboración y la organización estructural del aprendizaje en Ciencias Naturales en función del tipo de respuesta que un estudiante proporciona a una pregunta planteada. Todo ello, a la luz del marco teórico de la Taxonomía SOLO.

Para lograr este objetivo, se diseñó un instrumento de evaluación constituido por cuatro ítemes, con estructura de superítem, el cual fue administrado a estudiantes de Primer Año de Educación Media Científico Humanista de la comuna de Osorno.

En consecuencia, se procedió a realizar una gama de procedimientos de validación del Superítem tales como: Criterio de experto, interjueces, aplicación muestra reducida, Coeficiente de Escalabilidad de Guttman y Coeficiente de Facilidad de Scott.

Los Ítemes del Test contruidos con estructura de Superítem resultaron útiles para asignar niveles de respuesta SOLO, ya que los resultados obtenidos permitieron confirmar que los índices de los Coeficientes de Facilidad y de Escalabilidad determinaron la estructura jerárquica de las respuestas de los estudiantes, tal y como se postula en las consideraciones teóricas.

Palabras claves: ciencias, Superítem, calidad del aprendizaje, evaluación para la comprensión, validación.

I. Introducción

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.

Las razones principales que conducen a profundizar en el estudio de esta dimensión son las siguientes:

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)

El segundo motivo se sustenta en que prácticamente en todos los sectores de aprendizajes, particularmente la Ciencia, se mide el conocimiento de datos por encima de 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 todos los docentes y a todos los Sectores de aprendizajes, pero representa una tendencia general.

El tercer punto 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.

Consecuentemente con lo anterior, el trabajo de investigación que se presenta trata de identificar, un modelo de instrumento de evaluación que interprete y juzgue el resultado del aprendizaje de los alumnos en relación con temas específicos de la Ciencia escolar. Para tal efecto, se propone el reactivo de prueba denominado Superítem. Todo ello, a la luz del análisis de la Taxonomía SOLO.

Lo expuesto anteriormente lleva a preguntarse ¿Existen instrumentos de evaluación con los que se pueda ayudar a los profesores a reconocer niveles de comprensión cualitativamente distintos?

II. Problematicación

En el proceso de evaluación del aprendizaje, es habitual considerar dos paradigmas: El cuantitativo y el cualitativo. El primero de ellos se centra fundamentalmente en habilidades, hechos y algoritmos para grandes muestras de estudiantes y con instrumentos de evaluación más o menos estandarizados, proporcionando datos de carácter sumativo al final del proceso de enseñanza y aprendizaje. El paradigma cualitativo, en tanto, se interesa por identificar e

interpretar la comprensión y el razonamiento de los alumnos, proporcionando información de características no numéricas que puede corresponderse con el objetivo que se está desarrollando.

El paradigma más usado en la evaluación de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales y matemática es el cuantitativo. Los procedimientos evaluativos, a la luz de algunos estudios, se caracterizan por lo siguiente: La tipología de preguntas que utilizan con más frecuencia los profesores en Ciencias es la de opción múltiple, verdadero o falso y respuesta breve. Las demandas más recurrentes son nombrar, reconocer, diferenciar, definir, esquematizar, describir: en otras palabras, recuerdo de conceptos, ya sea que los seleccionen o describan. (Sepúlveda, A. 2003)

En las preguntas de opción múltiple y respuesta breve el criterio es de todo o nada, por lo que no es posible diferenciar matices y niveles de calidad, además que resulta difícil discriminar los niveles superiores de aprendizaje.

Respecto de la relación tipología y demanda de las preguntas, Biggs y Collis, (1985) remarcan que no todas las demandas ofrecen la posibilidad de diferenciar niveles de calidad del aprendizaje. Algunas – como por ejemplo nombrar y enumerar, sólo permiten poner de manifiesto aspectos muy parciales del aprendizaje realizado.

Se destacan, además, dos cuestiones: La primera, que las preguntas de opción múltiple y de respuesta breve sitúan la calidad del aprendizaje de los alumnos únicamente en los niveles elementales del aprendizaje. La segunda en que las preguntas de ensayo; que son las menos empleadas por los profesores de Ciencias independientemente de que sean de tipo restringido o amplio; demandan describir, comparar, relacionar, definir. Es decir, al igual que las preguntas de opción múltiple y respuesta breve, no generan capacidad de pensar, inferir, formular hipótesis ni reflexionar, en otras palabras, no demandan respuestas de niveles superiores de aprendizaje

Estos resultados se corresponden plenamente con las investigaciones realizadas respecto de las demandas en las pruebas de Ciencias Naturales. Para Trillo, F.(2001); Rodríguez, C.(2002) y otros, quienes concluyen en sus estudios que mayoritariamente las preguntas contempladas en los instrumentos de evaluación demandan conocimiento, recuerdo de datos, nombres, fechas, etc.

Santos, M. (2001) plantea que los instrumentos de evaluación del aprendizaje, manifiestan tendencia a evaluar sólo la evocación. Interesa la capacidad de los alumnos para recordar nombres, fechas, clasificaciones. Expresa que, posiblemente abundan estas preguntas porque son más fáciles de formular y pueden sacarnos del apuro, cuando no hemos planificado cuidadosamente el proceso de evaluación de los educandos. Manifiesta que las preguntas que sólo demandan evocación o recuerdo de información, son habituales en las pruebas objetivas y en las de ensayo, en todos los niveles del sistema educativo.

II. 2. Hacia el problema de investigación

Lo anterior dejó al descubierto, por un lado, el desconocimiento de la calidad del aprendizaje del estudiantado y, por otro, la necesidad de encontrar o diseñar un instrumento que demande niveles mayores de comprensión. Atendiendo a ello, se encontró una propuesta realizada por Biggs y Collis (1982) para evaluar los diferentes niveles de complejidad estructural en los resultados de aprendizaje alcanzado.

Los autores ofrecen una iniciativa para evaluar las realizaciones escolares de los estudiantes.

Este instrumento es la Taxonomía SOLO (Structure of the Observed Learning Outcome).

La decisión de considerar esta propuesta se apoya en que existen investigaciones previas en las que se ha empleado esta Taxonomía en los niveles de Educación Media y Superior, 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. (Biggs y Collis,1982; Huerta, 1999; Pérez, 2001; Hernández, 2005)

En consecuencia, la temática consiste fundamentalmente en evaluar el aprendizaje de los estudiantes desde una perspectiva diferente. En este contexto, el marco teórico en que se sitúa el problema de investigación es la Taxonomía SOLO, sistema de categorías diseñado para evaluar la calidad de una respuesta. De esta forma, el problema al que se pretende dar respuesta es: ¿Es posible usar la Taxonomía SOLO para formular preguntas que demanden distintos niveles de comprensión del aprendizaje en Ciencias en los estudiantes? De la pregunta problema se pueden desprender las siguientes preguntas: ¿Qué posibilidades existen de construir un instrumento que evalúe la calidad del aprendizaje de las Ciencias, en forma de Test escrito, de manera que sus preguntas puedan ser evaluadas desde la Taxonomía SOLO?, ¿Es posible diseñar preguntas que demanden distintos niveles de aprendizaje en Ciencias? ¿Existen instrumentos de evaluación con los que se pueda ayudar a los profesores a reconocer niveles de comprensión cualitativamente distintos? ¿Qué instrumento de evaluación del aprendizaje, en forma de Test escrito, puede ayudar a los docentes a reconocer niveles de comprensión?, ¿Cómo se pueden evaluar los diferentes niveles de complejidad estructural en los resultados de aprendizaje alcanzados?¿Es posible clasificar y evaluar el resultado de una tarea de aprendizaje en función de su organización estructural.

II: 3. Objetivos del estudio

El estudio pretende esencialmente diseñar y validar un instrumento, en forma de test escrito, que permita evaluar la profundidad de elaboración y la organización estructural del aprendizaje en Ciencias, en función del tipo de respuesta que un estudiante proporciona a una pregunta planteada.

III. Diseño Metodológico de investigación

El problema que se tuvo que resolver consistió en buscar un instrumento de evaluación, cuyos ítemes permitieran analizar la calidad de aprendizaje que reflejan los estudiantes. 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.

III.1. Superítems

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.

Lo anterior derivó en la elección del “superítem”, término acuñado por Curetom (Collis, Romberg y Jurdak,1986), Los ítemes 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.

III.2. Construcción de ítemes 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 ítemes 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, fue necesario describir con claridad los criterios que se usaron para construir los superítemes. Estos criterios han sido los siguientes:

III. 3. Niveles SOLO considerados.

Las preguntas de los superítems se construyeron pensando en que los estudiantes elaboren respuestas que permitan asignarle el máximo nivel de respuesta SOLO posible. Para ello, estas preguntas se han construido siguiendo los siguientes criterios:

Tabla 1.
Criterios para elaborar las preguntas del test.

PREGUNTAS	NIVELES SOLO	CRITERIOS
Pregunta 1	Uniestructural (U)	Uso de un elemento obvio de la información obtenido directamente del tronco. Recuerdo de un dato relevante, que hace referencia a un aspecto sobre la pregunta.
Pregunta 2	Multiestructural (M)	Uso de dos o más elementos relevantes directamente relacionados con partes separadas de la información contenida en el tronco. Ordena adecuadamente varios datos relevantes pero falla la conexión entre ellos. Generaliza en relación a algunos aspectos limitados e independientes.
Pregunta 3	Relacional (R)	Uso de dos o más elementos directamente relacionadas con una comprensión integrada de la información contenida en el tronco. Se interrelacionan los datos o conceptos relevantes.
Pregunta 4	Abstracción Extendida (A)	Uso de un principio abstracto y general o una hipótesis derivada o sugerida por la información contenida en el tronco. Datos relevantes interrelacionados. Explica en profundidad los datos y su incidencia en la situación particular. Las inconsistencias quedan resueltas.

Fuente: Aprendizaje y competencias.2005

III. 4. 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.

III.5. Diseño y contenidos de los superítems

Con todos los condicionantes anteriores, se diseñó un conjunto de cuatro superítems que fueron administrados a estudiantes de Primer Año de Educación Media Científico Humanista de la comuna de Osorno.

En la construcción de este conjunto de superítems 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 superítems en relación con los estudiantes a los que se les administró el test.

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.

III.6. Administración del test

Se eligieron seis unidades educativas 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.

III.7. Muestra y organización de la administración del Test

La muestra de estudiantes a los que se administró el Test estuvo conformado por 278 alumnos de Primer Año de Educación Media Científico Humanista de las dependencias educacionales: Particular, Municipal y Particular Subvencionado de la Comuna de Osorno.

III. 8. Codificación y asignación de niveles SOLO a los estudiantes.

La construcción de las preguntas de los superítems 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 3º y 4º, 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.

IV. Resultados

Esta parte se dedica a validar el Test empleado para evaluar el aprendizaje de los alumnos. Puesto que la evaluación del aprendizaje es un componente fundamental del estudio, es 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.

Al elaborar un Test para evaluar los niveles SOLO, es fundamental asegurar que el Test es coherente con sus estructuras jerárquicas. Esto implica que no es posible alcanzar un nivel determinado antes de haber superado el nivel precedente.

En consecuencia, con el propósito de evaluar la calidad del Test, se procedió a realizar diversos procedimientos de validación los cuales se detallan seguidamente.

IV.1. Juicio de experto

Se hizo llegar a profesores de Ciencias Naturales 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.

Tabla 2.
Resultados del análisis de Experto: Preguntas V/S Jerarquía SOLO

	Número de preguntas a analizar	Número de desacuerdos	Número de acuerdos	% de acuerdos
Grupo interjueces	340	25	315	92.6

Fuente: Matriz de análisis 2009

Tabla.3.
Resultados del análisis de Experto: Preguntas v/s Tronco del Item

	Número de preguntas a analizar	Número de desacuerdos	Número de acuerdos	% de acuerdos
Grupo interjueces	340	10	330	97.1

Fuente: Matriz de análisis 2009

Tabla.4

Resultados del análisis de Experto: Preguntas v/s Objetivos del Programa de Biología

	Número de preguntas a analizar.	Número de desacuerdos	Número de acuerdos	% de acuerdos
Grupo interjueces	340	1	339	99.7

Fuente: Matriz de análisis 2009

Tabla.5.

Resultados del análisis de Experto: Tronco del ítems v/s Objetivos del Programa de Biología

	Número de preguntas a analizar.	Número de desacuerdos.	Número de acuerdos	% de acuerdos
Grupo interjueces	50	0	50	100

Fuente: Matriz de análisis 2009

IV.2. Aplicación muestra reducida

Se aplicó una prueba piloto a una muestra de 120 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 superítem 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.

IV.3. 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.

Tabla. 6.
Resultados del análisis interjueces.

	Número de respuestas a analizar	Número de desacuerdos	Número de acuerdos	% de acuerdos
Interjueces G.1	4.448	250	4.198	94.3
Interjueces G.2	4.448	270	4.178	93.9
TOTAL				Media Interjueces 94.1

Fuente: Matriz de análisis 2009

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 equipo de investigación.

IV. 4. Resultados validación del test

V.4.1. 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. Tabla N° 7.

Tabla 7.
Ejemplo de error en estudiante Z.

ALUMNO “Z”	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4
Superítem 1	U ₁	M ₁	R ₂	nA
Superítem 2	U ₁	nM	R ₀	nA
Superítem 3	U ₀	M ₀	nR	nA
Superítem 4	U ₀	M ₂	R ₁	nA

Fuente: Matriz de análisis 2009

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:

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).

De esta forma, se considera el Test formado por 16 preguntas, lo cual da lugar a la fórmula del coeficiente de Guttman que a continuación se explicita:

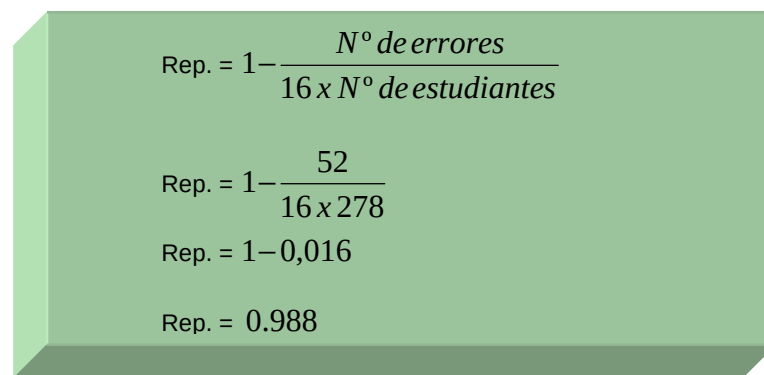

$$\begin{aligned}\text{Rep.} &= 1 - \frac{N^{\circ} \text{ de errores}}{16 \times N^{\circ} \text{ de estudiantes}} \\ \text{Rep.} &= 1 - \frac{52}{16 \times 278} \\ \text{Rep.} &= 1 - 0,016 \\ \text{Rep.} &= 0.988\end{aligned}$$

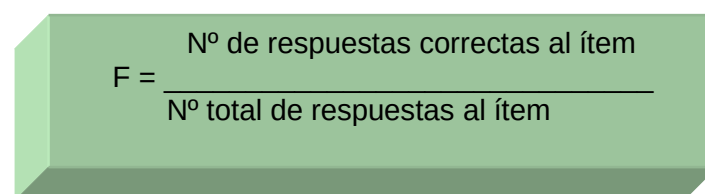
Figura 1. Coeficiente de Escalabilidad de Guttman

El número total de errores producidos fue de 52 lo que dio 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 evaluar niveles SOLO de respuesta, con estructura jerárquica.

IV. 4.2. 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 fórmula:


$$F = \frac{N^{\circ} \text{ de respuestas correctas al ítem}}{N^{\circ} \text{ total de respuestas al ítem}}$$

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 obtenidos en cada ítem superítem y en el conjunto del test.

Tabla 8.
Índice de Facilidad de las preguntas de los superítemes y del Test para los estudiantes evaluados.

SUPERÍTEM	NIVELES SOLO			
	U	M	R	A
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

Fuente: Matriz de análisis 2009

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 contruidos 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

V. Conclusiones

Se presentan a continuación algunas de las principales conclusiones a las que se ha llegado en el estudio realizado. Éstas, por una lógica coherencia, se han de referir a aquellas preguntas que se formularon en el capítulo correspondiente a los objetivos del trabajo.

Permite analizar la profundidad de elaboración y la organización estructural de la respuesta que un estudiante proporciona a una pregunta planteada.

- Este instrumento demostró ser efectivo para interpretar, analizar y evaluar cualitativamente y con criterios objetivos el aprendizaje de los estudiantes en ciencias naturales.
- Esta evaluación del aprendizaje de las ciencias naturales puso de manifiesto niveles de respuestas dadas por los estudiantes desde el punto de vista de su organización estructural. Ello se traduce en asignar niveles de comprensión y, por ende, en atribuir calidades a los aprendizajes logrados.

- Este instrumento de evaluación del aprendizaje permitió diferenciar niveles de respuestas dadas por los alumnos desde la profundidad de los contenidos. Ello se traduce en asignar Subniveles y, por ende, en atribuir calidades a los conocimientos adquiridos.
- Los ítems del test con estructura de superítem que aquí se han presentado han resultado útiles para asignar niveles de respuesta SOLO. Los resultados de los índices que determinan los Coeficientes de Facilidad y de Escalabilidad muestran esta utilidad del instrumento al demostrar que los ítems contruidos determinaron la estructura jerárquica de las respuestas de los estudiantes, tal y como se postula en el marco teórico.

Los ítemes con estructura de Supertímes empleados, pusieron de manifiesto niveles superiores de conocimientos de la taxonomía SOLO.

- Como síntesis, el trabajo de un profesor en las clases debe estar orientado a promocionar la transición de los alumnos de un nivel de análisis de la realidad multiestructural hacia un nivel relacional, Lo fundamental esta en atravesar la frontera de la reproducción y dirigirnos hacia el significado.

Finalmente, se puede afirmar que la Taxonomía SOLO y su instrumento el superítems puede ser un modo sistemático de evaluar como los estudiantes crecen en complejidad estructural al llevar a cabo tareas de aprendizaje , y esta línea dicha taxonomía podría ser una guía o propuesta para evaluar la calidad de un producto de aprendizaje.

VII. Referencias.

- Biggs,J.B.y Collis, K.F. (1982). *Evaluating the Quality of Learning: The taxonomy*. Nueva York : Academic Press.
- (1991). *Multimodal Learning and the Quality of intelligent Behavior*, en Rowe, H.(ed) Intelligence: Reconceptualization and Measurament. LEA, Australian Council for Educational Research, págs.57-76
- Collis, K. F., Biggs, J. B., (1991). *Developmental determinants of qualitative aspects of school learning*, en Evans, G. (Ed.): Learning and Theaching Cognitive Skills. Australian Council for Educational Research, págs. 185-207.
- Collis, K. F., Romberg, T.A., (1989). *Assesment of Mathematical Performance: An analysis of Open-Ended test items*. (National Center for Research in Mathematical Science Education. Wisconsin Center for Education Research. School of Education, University of Wisconsin-Madison).
- Entwistle, N. (1998). La comprensión del aprendizaje en el aula. España. Paidós.136Pp.
- Hernandez, Fuensanta (2005) Aprendizaje, competencias y rendimiento en Educación Superior, Madrid, La Muralla, Pág. 81, 135 pp.
- Huerta, P. (1999). *Los niveles de van Hiele y la Taxonomía SOLO: Un análisis comparado una integración necesaria*.
- Marton, F.,Hounsell, D.J. y Entwistle,N.(1984). *The Experience of Learning*. Edimburgo: Scottish Academic Press.

TEST DE EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES EN CIENCIAS NATURALES

FECHA : DIA____ _MES____AÑO_____

IDENTIFICACIÓN:

Nombres

Apellidos

UNIDAD EDUCATIVA _____

INFORMACIONES E INSTRUCCIONES.

El Test que se te presenta a continuación tiene por objetivo evaluar tu aprendizaje mediante la estructura de tus respuestas a las preguntas formuladas. El tema es la **Célula**.

Te invito a responder 4 ítems. Están contruidos de un **tronco** que contiene información y las preguntas, referidas al tronco, que puedes responder a partir de la información contenida en él.

Dispones de **dos horas** para responder la prueba. Hazlo con buena letra y lápiz de pasta.

Esfuézate por dar la mejor de tus respuestas a cada una de las preguntas que se te presentan.

Mucho Éxito

SUPERITEM N° 1

Tronco del ítem:

Se atribuye al científico inglés Robert Hooke el mérito de haber proporcionado la primera información importante sobre la célula. Utilizando un microscopio compuesto, describió “ células” o “ poros” en el corcho y en otros tejidos vegetales.

En 1838 Mathías Schleiden y Theodor Schwann propusieron una teoría celular simple y unificatoria para todos los organismos. Postularon que **la célula es la unidad básica de los seres vivos y que la totalidad de los organismos están formados por una o más células**.

Preguntas:

- A. ¿Qué afirmaciones o postulados de la **teoría celular** refutaron o eliminaron la teoría de la **Generación Espontánea**? Explique
- B. ¿Cuáles son las afirmaciones o **postulados** que establece la versión **moderna de la teoría celular**? Explique
- C. ¿Las células no existen por sí solas en muchas formas de vida. En vez, forman partes pequeñas de organismos más grandes ¿Cuáles son las **ventajas** de este planteamiento de la vida? Fundamente.
- D. ¿En qué forma cada célula es una especie de **fábrica microscópica**?. Explique

SUPERITEM N° 2

Test escrito para evaluar aprendizaje

Tronco del ítem:

Los alemanes Mathias Schleiden, botánico, y Theodor Schwann, zoólogo, formularon en 1838 la los principios generales que constituyen la **teoría celular**.

En la actualidad afirma que todo lo vivo (animales, plantas y bacterias) está formado por células y productos celulares; que las células nuevas se forman por división de células preexistentes; que hay parecido fundamental entre los componentes químicos y las actividades metabólicas de todas las células, y que la actividad de un organismo en conjunto es la suma de las actividades e interacciones de sus unidades celulares independientes.

La teoría celular incluye el concepto de que la célula es la unidad fundamental, tanto de función como de estructura- el fragmento representativo más diminuto que ostenta todas las características de las cosas vivas.

Preguntas:

- A. ¿Cuál fue el aporte de Theodor Schwann y Mathias Schleiden?
- B. ¿Cuáles son las afirmaciones o postulados que establece la teoría celular?
- C.¿ Qué hay de común entre una bacteria, una ameba, una neurona, un espermatozoide y un óvulo?
- D. ¿Cuál es el significado de la teoría celular?

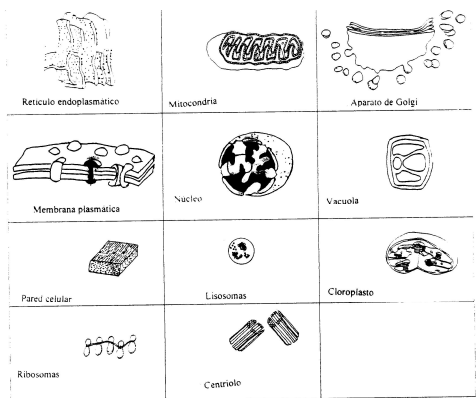
SUPERITEM N°3

Tronco de ítem:

Los organelos celulares son pequeñas estructuras intracelulares, delimitadas por una o dos membranas. Cada una de ellas realiza una determinada función, permitiendo la vida de la célula. Por la función que cumple cada organelo, la gran mayoría se encuentra en todas las células, a excepción de algunos, que sólo están presentes en ciertas células de determinados organismos.

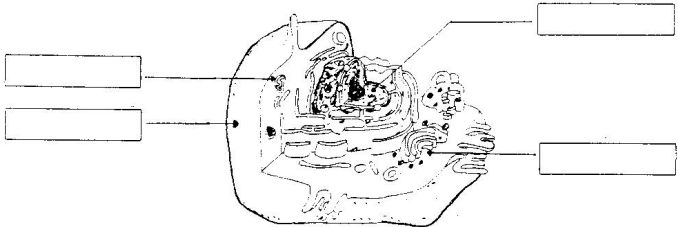
Se encuentran ubicados en una sustancia semilíquida llamada citoplasma. Cada uno de ellos *realiza* una determinada función permitiendo la vida de la célula. Por la función que cumple cada organelo, la gran mayoría se encuentra en todas las células. En las células animales comprenden: **Mitocondrias, Retículo Endoplásmico, Ribosomas, Aparato de Golgi, Centrosoma, lisosomas y vacuola**. En las células vegetales se encuentran, además, los **Plastidios** y la **Pared celular**.

Representación esquemática de **organelos celulares**:



Preguntas

a.- A partir de la representación esquemática tridimensional de una **célula ANIMAL** típica, identifique los **organelos** escribiendo su nombre. Descríbalos estructuralmente.



Descripción:

B. En la Columna "A" sé identifica el **nombre de organelos citoplasmáticos**. En la Columna "B", la **función que estos realizan**. **Asocie organelo con su respectiva función** escribiendo el número de la Columna "B" en el espacio de la Columna "A". **Explique en profundidad la función de uno de ellos.**

Nº	“Columna “A”	Nº	Columna “B”
	Mitocondría	1	Contiene el citoplasma, regula el paso de materiales hacia dentro y fuera de la célula; ayuda a mantener la forma celular; comunica a la célula con otras.
	Retículo Endoplasmático	2	Sitio de síntesis de lípidos y proteínas de membrana; origen de vesícula intracelulares de transporte, que acarrean proteínas en procesos de secreción.
	Aparato de Golgi	3	Transporta y almacena material ingerido, desperdicios y agua.
	Ribosomas	4	Participa en la división celular y en la formación de cilios y flagelos.
	Vacuola	5	Centro de síntesis de proteínas, cuyo fin es construir el cuerpo celular.
	Cloropasto	6	Centro de transformación energética y participación en la fotosíntesis.
	Centríolos	7	Centro de control de todos los procesos vitales de la célula.
	Núcleo	8	Contiene enzimas que degradan material ingerido, las secreciones y desperdicios celulares.
		9	Transformación de la energía proveniente de los alimentos en energía útil para la actividad y metabolismo celular.

		10	Modifica, empaca (para secreción) y distribuye proteínas a vacuolas y a otros organelos.
--	--	----	--

Explicación:

C. Compare con situaciones de la vida diaria, las **funciones** que **realizan cuatro organelos celulares**. Explique

D. ¿Qué consecuencias provocaría a la célula la **extracción**, mediante microinstrumentos, de las mitocondrias? Explique.

SUPERITEM N° 4

A pesar de la variedad de formas y tamaños celulares, la organización fundamental de las células es relativamente uniforme. De este modo se observó que sólo se presentan dos modelos básicos de organización celular: La célula **Procarionte**, el modelo más sencillo; la célula **Eucarionte**, el más complejo y moderno.

En ambos casos, las células presentan una **membrana plasmática** que las limita, una matriz coloidal donde se encuentran las estructuras intracelulares, y un material genético o hereditario, construida por ADN, que dirige las funciones de la célula y le da la capacidad de reproducirse.

Las células procariontes y eucariontes se diferencian fundamentalmente en la disposición del material hereditario y en las estructuras intercelulares.

Las células **procariontes son células menos evolucionadas**, carecen de envoltura que rodee el material genético, sino que se halla más o menos disperso en el citoplasma. Son características de seres como las bacterias.

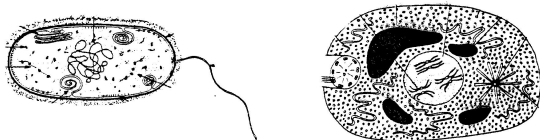
Las células **Eucariontes presentan una envoltura nuclear** que delimita el espacio donde se encuentra el material genético. Son características, entre otros, de los animales y los vegetales. Organelos de importancia capital para las **células eucariontes son las mitocondrias y los cloroplastos**, que faltan en las procariontes. (Representación esquemática 3).

Representación esquemática de corte

Representación esquemática de

de célula **Procarionte** animal típica.

corte de célula **Eucarionte** animal típica



PREGUNTAS:

- ¿Qué tipo de organización celular puede asociarse para formar organismos complejos. ¿Por qué?
- b. ¿Cuáles son las **diferencias** más importantes entre una célula **Procarionte y Eucarionte**, en términos de **estructura general y material genético**? Explique.
- c.¿De dónde saca la **célula Eucarionte** su energía? Explique.
- D. ¿Cómo se realizó el paso entre los dos modelos de organización celular? Explique