



ISSN: 2448-6574

Construcción y validación de un cuestionario sobre genética para conocer las representaciones de los estudiantes de bachillerato

Beatriz Eugenia García-Rivera

beatrizegr@hotmail.com

Araceli Báez-Islas

cuqui_ara@hotmail.com

Leticia Gallegos-Cázares

leticia.gallegos@ccadet.unam.mx

Fernando Flores-Camacho

fernando.flores@ccadet.unam.mx

Cynthia Lima-González

cynesperanza@yahoo.com.mx

Resumen

Este trabajo da cuenta de la construcción de un cuestionario como instrumento de evaluación para conocer las representaciones que generan estudiantes de bachillerato sobre el tema de Genética. Dicho instrumento forma parte de un proyecto donde se analiza la construcción de representaciones para generar modelos y explicaciones de los fenómenos o procesos científicos. La elaboración del cuestionario pasó por diferentes etapas de revisión y aplicación a distintas muestras (alumnos y expertos en Biología). La versión final se aplicó a una muestra de 60 alumnos que cursaban el sexto año de bachillerato en la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM. Para cada ítem del cuestionario se construyó una escala de cinco niveles, con los que se definieron los alcances y limitaciones en las respuestas dadas por los alumnos para describir y explicar los temas abordados. El cuestionario pasó por los diversos criterios de validez (relacionados con la claridad de preguntas, la obtención de respuestas esperadas, ítems pertinentes, inteligibles, con completitud y una estructura semejante) y pruebas de confiabilidad (coeficiente alpha de Cronbach de 0.77) y modelos de crédito parcial de Rash. El cuestionario

Debates en Evaluación y Currículum/ Congreso Internacional de Educación Evaluación 2016 / Año 2, No. 2, Septiembre de 2016 a Agosto de 2017/



ISSN: 2448-6574

permite contar con un instrumento confiable para caracterizar diversos tipos de representaciones externas como son respuestas escritas, esquemas y dibujos, lo que abre el abanico para contar con datos que nos ayuden a conocer las representaciones que tienen sobre los diferentes aspectos conceptuales y procesos implicados en el tema de Genética.

Palabras clave: Validación, cuestionario, genética, representaciones, bachillerato

Planteamiento del problema

En las últimas dos décadas, la investigación en el campo del aprendizaje de las ciencias ha transitado de los conceptos a las representaciones. Esto tiene diversas e importantes implicaciones en los ámbitos educativo, psicológico y epistemológico. Por lo que toca a la educación, hay implicaciones en las formas de enseñanza, en los objetivos de aprendizaje, en las situaciones didácticas (que al descentrarse de los conceptos requieren cambios muy importantes en su organización, ejecución y evaluación), lo que hace necesarios nuevos procesos de formación docente. En el marco de la planeación educativa, esto lleva a desarrollar programas curriculares que presten atención y favorezcan los procesos cognitivos, que lleven a los alumnos a la construcción y transformación de sus representaciones más que a logros específicos de conocimientos o habilidades determinadas, sin que esto implique que esos logros no sean necesarios; por el contrario, el desarrollo de esas concepciones y habilidades específicas son parte intrínseca del proceso de construcción y transformación representacional, pues atienden a los procesos cognitivos y metacognitivos de los estudiantes. Como puede notarse, el enfoque representacional abre un amplio panorama de cambio en los procesos educativos y hace necesario contar con instrumentos de evaluación adecuados a dicho enfoque.

Justificación

A partir de la situación descrita, se planteó un proyecto para analizar la construcción de representaciones como herramientas cognitivas que permiten a los sujetos organizar y explicitar



ISSN: 2448-6574

sus ideas o modelos respecto a una fenomenología particular, dentro del contexto de aplicación que ofrecen los nuevos laboratorios de ciencias de la UNAM, donde es posible utilizar distintas tecnologías digitales y de colaboración, que se organizan mediante el diseño de estrategias didácticas para favorecer el uso de múltiples representaciones y promover el enriquecimiento de los procesos cognitivos de los estudiantes. Parte de este trabajo implicó el diseño y validación de un instrumento de evaluación que permitiera conocer cuáles son las representaciones que construyen estudiantes del bachillerato de la UNAM sobre la Genética una vez que han estado inmersos en un proceso de enseñanza-aprendizaje como el citado. En el presente documento se describe la elaboración y validación de dicho instrumento, que ha permitido contar con los datos necesarios para el análisis requerido en la investigación.

Fundamentación teórica

Marco conceptual del proyecto

Con el reconocimiento de las ideas previas (Duit y Treagust, 1998), se desarrollaron diversas teorías de cambio conceptual con diferentes aproximaciones en los campos epistemológico y cognitivo (Flores, 2004), lo que contribuyó a mejorar los procesos didácticos y curriculares en la enseñanza de las ciencias (Duschl y Grandy, 2008). Sin embargo, esto no redituó en la comprensión de los conceptos científicos. Por ello, estas teorías se han replanteado para dar cuenta de las construcciones más cercanas a lo fenomenológico (elementos cognitivos con los que interpretan procesos y concepciones), como son las representaciones y su dinámica de cambio en el aprendizaje, donde los conceptos y sus relaciones con otros conceptos, así como diversos elementos fenomenológicos, forman parte de un complejo entramado.

La idea de representación implica que el sujeto genera una estructura con la que puede inferir propiedades o cualidades posibles de lo que representa. En esa estructura, y sus posibilidades de hacer predicciones y generar explicaciones, radica la importancia de las representaciones, puesto que se manifiestan como elementos útiles para dar cuenta de procesos que podrán o no ser correspondientes con lo observable, pero que satisfacen la coherencia mínima que los sujetos requieren para interpretar y funcionar en su entorno (Flores y Valdez, 2007).



ISSN: 2448-6574

En el ámbito escolar, la construcción y transformación de las representaciones puede favorecerse con un proceso educativo que considere, entre otros aspectos, que el alumno:

- a) Dé sentido y explique los diversos fenómenos que se le presentan como objetos de aprendizaje escolar, con los conceptos que se han puesto en juego a lo largo de la trayectoria escolar.
- b) Explícite sus representaciones, que dé cuenta de los elementos conceptuales que ha construido y que le permiten elaborar una interpretación de los fenómenos que se pide comprenda. Muestre indicios de la articulación de sus ideas y de los mecanismos que construye para darles significado y coherencia.
- c) Con las situaciones de enseñanza, inicie un largo proceso de transformación representacional que requerirá de una nueva articulación de conceptos, de relaciones entre ellos y de sus implicaciones respecto a los referentes fenomenológicos y contenidos escolares.

Esta transformación requiere de procesos de inmersión, de construir secuencias alrededor de una temática específica, que le posibiliten analizar fenómenos relacionados en contextos distintos, que se apoyen con diversas alternativas para representar la variación de los fenómenos y la complementariedad de explicaciones y situaciones relacionadas.

La construcción y transformación de las representaciones en los estudiantes, requiere de procesos de explicitación que se lleven a cabo de manera coherente y sistemática, y por medios diversos (escrita, oral, gráfica, matemática, etc.), para que puedan convertirse en objeto de análisis para ellos mismos así como para los otros, tanto compañeros como profesores.

El instrumento de evaluación

De acuerdo con el propósito de la investigación, que implica conocer los cambios representacionales y conceptuales de los estudiantes en ambientes multi-representacionales, se pensó en un instrumento de evaluación que permitiera la Integración de Conocimiento, entendido como “la habilidad para generar ideas científicamente relevantes y uso de teorías así como de evidencia empírica para conectar ideas en la explicación de fenómenos científicos o justificar proposiciones acerca de un problema científico. El conocimiento integrado se puede caracterizar como un proceso cognitivo dinámico que puede ser capturado o reconocido en las explicaciones” (Lee, Liu, Linn, 2011, p. 116). Estos mismos autores han mostrado que, cuando



ISSN: 2448-6574

se pretende conocer el conocimiento integrado de los alumnos, es decir que se pueda conocer la comprensión de los conceptos y su uso en situaciones diversas, sus formas de representación así como el nivel de las explicaciones que logran estructurar, los mejores instrumentos son aquellos en los que se pide a los alumnos explicaciones o “ítems de explicación”.

Esto llevó a definir la construcción de un cuestionario bajo la modalidad de explicación, en el que las situaciones problemáticas contempladas para la elaboración del cuestionario debían:

1. Presentar situaciones cotidianas fácilmente interpretables por los estudiantes.
2. Atender a conceptos que, en principio, han sido analizados a lo largo de las trayectorias escolares de los alumnos, es decir, deben ser temas que atraviesen diversos programas curriculares y diversos ciclos escolares.
3. Mostrar temas susceptibles de ser representados de diversas formas: Verbal, por medio de explicaciones y descripciones; Simbólica, por medio de símbolos matemáticos, ecuaciones u otros símbolos; Gráfica, por medio de representaciones esquemáticas y de procesos.

Estos criterios abarcan los elementos necesarios para que, a partir de las respuestas de los sujetos puedan determinarse patrones de respuesta que den indicios sobre los posibles marcos representacionales con que cuentan los alumnos y sus diferencias entre estudiantes que han participado en situaciones escolares comparables en lo referente al uso de diversas formas de representación en la enseñanza de la ciencia, estando así, de acuerdo a los objetivos del proyecto.

Objetivos

- Construir y validar un cuestionario como instrumento de evaluación que permita obtener datos para conocer las representaciones que los estudiantes de bachillerato construyen sobre el tema de Genética.



ISSN: 2448-6574

- Contar con un instrumento que aporte elementos de análisis para conocer la posible mejora en la enseñanza de las ciencias en un entorno multi-representacional, lo cual implica que debe ofrecer oportunidades para la comprensión de situaciones fenomenológicas, la elaboración de explicaciones y establecimiento de relaciones entre variables, así como la generación de representaciones gráficas diversas.

Metodología

La selección del tema para la construcción del instrumento

El tema de Genética es parte fundamental del programa del bachillerato de la UNAM, tanto para la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) como para el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH). En la ENP se trabaja en quinto año (Biología IV) y en sexto año se retoma nuevamente en el área II (biología V); mientras que en el CCH se trata en tercer semestre (Biología I) y en quinto semestre (Biología III). Por ello, se consideró un tema apropiado para conocer la forma en que los alumnos lo comprenden y representan.

A partir de identificar los aspectos planteados en los programas, se contemplaron aquellos que permitieran identificar los elementos básicos de genética que emplean los alumnos y las explicaciones que dan sobre las variaciones y mutaciones o alteraciones, con la finalidad de conocer si los estudiantes tienen la posibilidad de reconocer qué se hereda, quién y qué hereda, y cómo lo hereda. Todo esto, tomando en cuenta que algunos de los principales problemas que tienen los alumnos para comprender la transmisión de la información genética de padres a hijos se relaciona con la forma en que consideran que esta información está codificada, dónde se localiza, cómo se expresa en los individuos, o cuáles son los diferentes niveles en los que se representa, por citar algunos aspectos considerados en la construcción del instrumento.

Sobre la estructura de las preguntas se tomó como base las características definidas por Haladyna, Downing y Rodríguez (2002) y Lima (2009) que si bien presentan recomendaciones para la construcción de ítems de elección múltiple, muchos de los criterios que proponen pueden ser adaptados para preguntas de integración. De entre los principales elementos



ISSN: 2448-6574

considerados se tomaron en cuenta: evitar ítems con truco; utilizar un vocabulario simple; no usar oraciones en sentido negativo; escribir opciones de manera homogénea en contenido y en estructura gramatical; escribir preguntas en un contexto cotidiano.

Validación: Pruebas del instrumento

Prueba 1. Después de seleccionar los aspectos sobre los que se preguntaría, se elaboró un cuestionario base con la finalidad de tener un conjunto de respuestas lo más detalladas y amplias posibles por parte de los alumnos. Para ello se partió de una situación hipotética, cercana al contexto de los alumnos, de la que derivaran 11 preguntas (10 de opción múltiple con solicitud de justificación y una abierta) acerca de la formación de un nuevo ser (un bebé humano) y de distintos mecanismos de herencia implicados en dicho evento. No incluyó imágenes de referencia. Se aplicó a 10 alumnos de 2do semestre de la Facultad de Química de la UNAM. Los resultados obtenidos permitieron identificar la importancia de solicitar la elaboración de un esquema o dibujo en algunos casos (para conocer cómo representaban lo que describían), así como la detección de las preguntas más complejas, mismas que fueron modificadas o sustituidas. Se obtuvo la versión 2 del instrumento.

Prueba 2. La segunda versión fue aplicada a tres expertos en biología para analizar inteligibilidad, y plausibilidad de las respuestas así como suficiencia y nivel de las temáticas. De los resultados obtenidos, destacó que los dibujos que elaboraban aportaban más elementos para comprender sus representaciones, además de que algunas de las respuestas dadas no se relacionaban necesariamente con los aspectos que se deseaban analizar. Con ello, se hicieron los ajustes correspondientes y se obtuvo la versión 3 del instrumento.

Prueba 3. Fue aplicada a 10 alumnos de sexto año de bachillerato del área químico-biológica, que cursaban la materia de Biología V. Esta aplicación se llevó a cabo con la finalidad de afinar las preguntas en cuanto a suficiencia, inteligibilidad, plausibilidad, tiempo de respuesta y completitud de las respuestas. A partir de ese análisis, se corrigieron los últimos detalles de redacción, del diseño de las imágenes y del orden en que se presentaban las preguntas. Esto llevó a la elaboración de la versión final del cuestionario. La figura 1 muestra un ejemplo de los ítems que incluye el cuestionario.

7. Observa las siguientes imágenes para que identifiques cómo tienen los lóbulos de la oreja Alicia y Mauricio. Los dos han escuchado que nacer con los lóbulos separados es una característica dominante, pero Mauricio asegura que el bebé puede nacer con los lóbulos unidos como él, porque la madre de Alicia también los tiene unidos (también está su imagen).

Alicia, lóbulos separados de la mejilla Mauricio, lóbulos unidos a la mejilla Madre de Alicia, lóbulos unidos a la mejilla

Para ayudarlos a aclarar eso, dibuja cómo imaginas que se presenta la información hereditaria para lóbulos unidos o separados de la mejilla en:

a) El óvulo: b) El espermatozoide: c) Las células del bebé

d) Cuando el bebé ya tiene sus lóbulos formados, ¿en cuáles de sus células está la información para esta característica? ¿Por qué piensas esto?

e) De acuerdo con la información genética que tiene Alicia, ¿qué tan posible es que ella aporte información para que el bebé tenga los lóbulos unidos a la mejilla? ¿Por qué?

f) De acuerdo con la información genética que tiene Mauricio, ¿qué tan probable es que él aporte información para que el bebé tenga los lóbulos unidos a la mejilla? ¿Por qué?

h) De acuerdo con la información que puede aportar cada padre, ¿qué tan probable es que el bebé tenga los lóbulos de la oreja unidos a la mejilla? ¿Por qué?

Figura 1. Los ítems que presenta el cuestionario para el tema de Genética consideran tanto la elaboración de esquemas o dibujos, como manejo conceptual, resolución de problemas y explicación de los procesos implicados.

Con fines de confiabilidad, la versión final se aplicó a una muestra de 60 estudiantes de sexto año de bachillerato de sexto año del área químico-biológica, que cursaban la materia de Biología V.

Resultados

Con los resultados obtenidos en la última aplicación comenzó el proceso de validación, que tiene fundamentalmente dos componentes: la validez del instrumento y la confiabilidad del mismo. Ambos criterios son necesarios de cumplir para garantizar que el instrumento mide lo que se espera y que no depende de situaciones específicas de aplicación.

Con lo que respecta a la validez, las distintas pruebas llevadas a cabo permitieron contar con un cuestionario que además de la claridad necesaria, fueran las adecuadas para obtener de los alumnos las respuestas esperadas, que los ítems fueran pertinentes, inteligibles, tuvieran completitud y una estructura semejante.

En cuanto a la confiabilidad, se aplicaron dos pruebas estadísticas: la prueba de consistencia interna para lo cual se utiliza el alfa de Cronbach y la prueba Modelo de Crédito Parcial de Rasch (Lee, Liu y Linn, 2011) que determina la discriminación y que se cumpla el propósito y el



ISSN: 2448-6574

alineamiento entre los ítems. Ambas pruebas dan un valor que entre más cercano a 1, mejor la confiabilidad del instrumento.

Los datos utilizados para las pruebas estadísticas fueron obtenidos a partir de la asignación de valores a las respuestas de los alumnos, por lo que para garantizar que esos valores fueran asignados de manera consistente se construyó una rúbrica y se comparó la concordancia de asignación de valor de cada nivel por tres de los investigadores participantes en el proyecto.

Para la elaboración de la rúbrica se siguió la propuesta de Wilson (2005) y que consiste en una escala determinada por los siguientes niveles y características (Tabla 1):

Tabla 1. *Criterios para la elaboración de Rúbricas*

Niveles de Integración de conocimiento	Valor	Características de las respuesta a los ítems
Vínculos complejos	Valor 5	Explicita tres o más conceptos e ideas relevantes y elabora dos o más vínculos válidos entre ellas
Vínculos totales	Valor 4	Explicita al menos dos conceptos e ideas relevantes y elabora un vínculo válido entre dos ideas
Vínculos parciales	Valor 3	Explicita ideas o conceptos relevantes pro no elabora adecuadamente vínculos entre ellos
No hay Vínculos	Valor 2	Explicita ideas no precisas y relacionadas
Irrelevante	Valor 1	Contiene ideas irrelevantes al contexto científico
No hay información	Valor 0	No hay respuesta al ítem

Adaptado de Wilson (2005)

Con la rúbrica se evaluaron los cuestionarios construyendo las bases de datos correspondientes. Los datos fueron analizados con el método de consistencia interna (SPSS) y con el Modelo de Crédito Parcial de Rasch (R statistics). Obteniendo los siguientes resultados:

- El porcentaje de respuestas que dan cuenta de la integración del conocimiento de acuerdo a los niveles 0 a 5 de la rúbrica fueron: 10% para el nivel 1, 7% para el nivel 2, 15% para el nivel 3, 40% para el nivel 4 y 28% para el nivel 5. De acuerdo a estos



ISSN: 2448-6574

resultados, más del 50% de los estudiantes de la muestra contestaron en los niveles 3 y 4. El ítem 17 destacó, al alcanzar un 67% de respuestas en el nivel 4.

- El coeficiente de confiabilidad alpha de Cronbach es el más utilizando en las ciencias sociales. Es una medida interna de la confiabilidad o consistencia interna de un instrumento, debido a que se basa en el promedio de las correlaciones entre los reactivos. El coeficiente alpha de Cronbach para el instrumento diseñado fue de 0.77. Este coeficiente indica una correlación moderada y aceptable.
- Por último, se ajustó el modelo de crédito parcial de Rasch. La calibración de la muestra utilizada tiene un margen de error de ± 1 logit. Este modelo se eligió debido a que permite tomar en cuenta los niveles de integración de conocimiento utilizado para la rúbrica y la información sobre los umbrales de las categorías ayuda a mejorar la rúbrica de los reactivos.
- La dificultad de los reactivos va de -0.78 a 0.53. El reactivo 17 es el más fácil (-0.78) lo cual es consistente con las estadísticas descriptivas que muestran que en este reactivo el 60% de la muestra alcanzó el nivel más alto de integración de conocimiento. El reactivo más difícil es el 4 (0.53).

Conclusiones

Los valores obtenidos de la validez (claridad necesaria, ítems pertinentes, inteligibles, con un buen nivel de completud) y confiabilidad estadística del cuestionario desarrollado para el tema de Genética muestran que cierta diferencia en el nivel de dificultad entre los ítems del instrumento, y que aún es posible realizar algunos ajustes para equilibrarlos un poco más. Sin embargo, podemos considerar que se logró generar un instrumento de evaluación que cumple con los propósitos de la investigación. Ello implica que se cumplieron los objetivos planteados, ya que contamos con un cuestionario que considera aspectos como: comprensión de situaciones fenomenológicas, explicación y relaciones entre variables, representaciones gráficas diversas así como posibilidades de utilizar elementos tecnológicos para representar e interpretar los fenómenos.

Como un siguiente paso en este proyecto está el aplicar el instrumento desarrollado a una población más amplia de estudiantes de bachillerato para conocer con mayor detalle, la forma



ISSN: 2448-6574

en que el uso de representaciones externas promueve la transformación representacional de los estudiantes, para contar con elementos teóricos que permitan generar propuestas educativas basadas en el cambio representacional que promueva la comprensión de los conocimientos científicos.

Referencias bibliográficas

- Duit, R. & Treagust, D. F. (1998). Learning in science- from behaviourism towards social constructivism and beyond. En B. Fraser & K. Tobin (Eds.), *International handbook of science education, Part 1*, (pp. 3-25). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Duschl, R. & Grandy, R. (2008). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: Framing the debates. En R. Duschl & R. Grandy (Eds.), *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation*, (pp. 1-37). Rotterdam, Netherlands: Sense Publishers.
- Flores, F. (2004). El cambio conceptual: interpretaciones, transformaciones y perspectivas. *Educación Química*, 15, 256-269.
- Flores, F y Valdez, R. (2007). Enfoques epistemológicos y cambios representacionales y conceptuales. En J. Pozo y F. Flores (Eds.), *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*, (pp. 21-35). Madrid: Antonio Machado Libros.
- Haladyna, T., Downing, S. m. y Rodríguez, M. C. (2002) A review of multiple-choice item-writing guidelines for classroom assessment, *Applied Measurement in Education*, 15(3), 309-333.
- Lee, H-S., Liu, O, L y Linn M. (2011) Validating measurement of knowledge integration in science using multiple-choice and explanation items, *Applied Measurement in Education*, 24(2), 115-136; DOI: 10.1080/08957347.2011.554604.
- Lima C. E (2009). *Changes in state of matter: A study of validity of Texas math and science diagnostic system*. Master Thesis, Texas University, Austin.
- Wilson, M. (2005) *Constructing measures: An item response modeling approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.