UNIDADES DIDÁTICAS À LUZ DA TEORIA DOS CONCEITOS NUCLEARES – UM EXEMPLO EM GEOMETRIA.

Unidades Didácticas desde el enfoque de la Teoría de los Conceptos Nucleares – Un ejemplo en Geometría.

Teaching Units in the light of the Theory of Nuclear Concepts – An example in geometry

Sofia Catarreira Veríssimo*, Ricardo Luengo González*, Luís M. Casas García*
* Grupo Oficial CiberDidact Universidad de Extremadura

Correspondencia:
Sofia Maria Veríssimo Catarreira
Grupo Oficial CiberDidact
Campus Universitario 06187 Badajoz/ Espanha
Mail: sofiaverissimo@gmail.com

Recibido: 04/01/2016; Aceptado: 14/12/2016

Resumo

Este artigo compara os resultados de dois grupos de alunos do nono ano de escolaridade (14-16 anos) de Portugal, abordando um tema em Geometria, o ângulo. Um dos grupos trabalhou com recurso a uma Unidade Didática tradicional e o outro com um modelo de Unidade Didática baseada na Teoria dos Conceitos Nucleares. Enquanto a primeira toma como ponto de partida a estrutura dos conteúdos do programa e avalia a aquisição dos mesmos, a segunda parte da estrutura cognitiva do aluno e a própria Unidade Didática organiza-se em função dessa estrutura e avalia as alterações produzidas. Foram observadas as melhorias do segundo grupo a nível das alterações da estrutura cognitiva e a nível dos resultados nas provas escritas usuais. Esta nova abordagem requer um trabalho prévio de conhecimento do aluno, uma diferente estrutura de ensino e um novo conceito de avaliação.

Palabras clave: Teoria dos Conceitos Nucleares; Unidade Didática; Redes Associativas Pathfinder; GOLUCA software; Ángulo.

Resumen

Este artículo compara los resultados de dos grupos escolares de noveno año (14-16 años) en Portugal, trabajando un tema de Geometría del ángulo. Un grupo trabajó con el esquema de una unidad didáctica tradicional, mientras que el otro trabajó con una unidad didáctica basada en la Teoría de Conceptos Nucleares. Mientras en la primera se parte de la estructura de contenidos del temario y se evalúa la adquisición de éstos, en la segunda se parte de la estructura cognitiva del alumno, se organiza la unidad en función de ella y se evalúan los cambios producidos. Se observaron mejoras en el segundo grupo, tanto a nivel de modificación de la estructura cognitiva como en cuanto a los resultados en exámenes tradicionales. Este nuevo enfoque requiere un trabajo previo de conocimiento del alumno, una diferente estructuración de la enseñanza y un nuevo concepto de evaluación.

Palabras clave: Teoría de los Conceptos Nucleares; Unidades Didácticas; Redes Asociativas Pathfinder; Software GOLUCA; Ángulo

Abstract

This article compares the results of two ninth year school groups (14-16 years) in Portugal, working on a topic of Angle Geometry. One group worked with the scheme of a traditional didactic unit, while the other worked with a didactic unit based on the Theory of Nuclear Concepts. While the first type is based on the content structure of the syllabus and the acquisition of these contents are evaluated, in the second type the basis is the student's cognitive structure, the unit is organized around it and the changes produced are evaluated. Improvements were observed in the second group, both in the modification of the cognitive structure and in the results of traditional examinations. This new approach requires a previous knowledge of the student's conceptions, a different structuring of the teaching and a new concept of evaluation

Key words: Theory of Nuclear Concepts; Teaching until, Pathfinder Associative Networks; GOLUCA Software; Angle.

INTRODUÇÃO

O ensino da Matemática em Portugal caracterizou-se ao longo dos tempos pela obtenção de maus resultados da maioria dos alunos, muitas investigações têm sido feitas para tentar perceber e contrariar os motivos desta estatística, mas ainda muito há por descobrir. A complexidade da Matemática gera em alguns alunos a incompreensão, o desinteresse e até a apatia perante as suas potencialidades.

Em educação existe uma necessidade constante de aperfeiçoamento das estratégias de ensino-aprendizagem por forma a promover o sucesso educativo. A lecionação de conteúdos é precedida da elaboração de estratégias de ação bem como da seleção de materiais adequados às características específicas dos alunos, entre elas o nível de desenvolvimento cognitivo, vivências sócio culturais, bem com presença de pré-requisitos.

A circunferência e os ângulos são conteúdos, que embora já tenham sido abordados em muitos estudos científicos, os alunos continuam a revelar dificuldade na sua compreensão e aplicação, sendo que sobre eles ainda há muito por averiguar. Neste campo será bastante interessante investigar onde se situam as diversas lacunas, tentar perceber o porquê de tão maus resultados e, em simultâneo, arranjar estratégias adequadas que permitam melhorá-los.

A Teoria dos Conceitos Nucleares (TCN) tem sido alvo de diversos prémios de reconhecimento e tem originado inúmeros estudos científicos, como é o caso de teses de doutoramento. Esta teoria tem métodos e técnicas próprias de trabalho, assim como termos que lhe permitem explicar os resultados das investigações. Esta teoria recorre à técnica qualitativa denominada Redes Associativas Pathfinder (RAP) para realizar a representação das estruturas cognitivas (Casas, 2002; Casas e Luengo, 2002, 2003, 2005; Tall e Vinner, 1981; Veríssimo, 2013). Antes da aplicação desta técnica é necessário eleger uma lista de conceitos que se destacam num determinado tema e integram a estrutura cognitiva dos alunos, sendo a sua obtenção feita com recurso a técnicas qualitativas (Casilimas, 1996; Veríssimo, Godinho, Luengo e Casas, 2014).

O aluno ao longo da vida foi adquirindo conhecimento em ambiente de sala de aula e no seu cotidiano, o qual se encontra cimentado na sua mente. Alguns alunos terão conhecimentos compatíveis com o modo como são abordados na escola e, consequentemente, fomentam uma menor dificuldade no processo de aprendizagem. Outros, com estruturas cognitivas distintas defrontarão uma maior dificuldade em adquirir estes novos conhecimentos em ambiente escolar e encaixá-los na sua mente.

Neste artigo, mostraremos a importância das Unidades Didáticas baseadas na TCN face às Unidades Didáticas Usuais, uma vez que entre outras características, as Unidades Didáticas TCN têm em linha de conta o conjunto de conhecimentos que o aluno detém antes da lecionação dos conteúdos e é através deles que todo o processo desabrocha.

CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

A Teoria dos Conceitos Nucleares brota do seio da Ciência Cognitiva, assentando nas teorias relativas à organização do conhecimento humano, como as de Ausubel (1968), Novak e Gowin (1984), entre outras. Desde o ano de 2002 a TCN tem vindo a ser utilizada e reforçada em inúmeras investigações científicas nas mais diversas áreas (Casas, 2002; Casas e Luengo, 2004, 2013; Veríssimo, 2013; Almeida, 2014; Veríssimo, Casas, Luengo e Godinho, 2011; Casas, Canchado, Godinho e Veríssimo, 2012; Godinho, Veríssimo, Luengo e Casas, 2012; Casas, Godinho, Luengo, Veríssimo e Carvalho, 2013).

A TCN assenta nos seguintes pressupostos: o conhecimento organiza-se a partir de pequenas unidades que constituem a estrutura cognitiva de um indivíduo, interrelacionadas em rede, que se organizam em circuitos neuronais; essas estruturas são formadas por elementos mentais, denominados esquemas; cada conceito na mente equivale a uma estrutura com elementos que se relacionam entre si; os conhecimentos prévios são representados nessas estruturas e a aprendizagem equivale à alteração da estrutura cognitiva, por acréscimo e reestruturação.

Esta teoria realiza uma interpretação similar à que se faz num mapa geográfico, em que um indivíduo para identificar e conseguir deslocar-se a um local desconhecido precisa de passar por um conjunto de etapas. Começa por observar o mapa que represente a zona de interesse, onde alguns pontos chamar-lhe-ão a atenção, ou porque conhece alguma localidade, ou algum nome lhe desperta o interesse ou mesmo a disposição das marcas e das linhas que graficamente compõe o mapa. Seguidamente, tenta traçar algumas rotas entre os pontos de partida e o de chegada. Esses percursos, numa fase inicial poderão resultar de tentativas, sem que o resultado seja o mais indicado para o objetivo final do indivíduo. Com o estudo em detalhe do mapa, e outras informações que poderão fazer parte já do seu conhecimento, o indivíduo ganha uma visão de conjunto, e a partir desse momento conseguirá calcular a rota que melhor responda às suas necessidades. Em relação à aquisição de um novo conhecimento, segundo a Teoria dos Conceitos Nucleares, o processo é idêntico. Um indivíduo começará por tentar encontrar pontos de referência nas suas estruturas mentais. Numa fase seguinte, as estruturas reorganizar-se-ão de modo a encontrar percursos que relacionem os conceitos já existentes na sua estrutura cognitiva e integrem os novos. O conhecimento é adquirido quando o indivíduo atinge a visão de conjunto e compreendeu os diversos percursos entre os conceitos das suas estruturas cognitivas, relacionadas com o novo tema com qual tinha sido confrontado (Luengo, 2013).

Pode-se afirmar que, para além da organização do conhecimento de forma geográfica, as noções de conceitos nucleares e de atalho de mínimo custo são os outros principais elementos desta teoria. Os conceitos nucleares correspondem a elementos da estrutura cognitiva aos quais se relacionam outros e que lhes servem de âncora. Os conceitos e as relações que se estabelecem entre si formam a estrutura cognitiva, que é ativada segundo o princípio de mínimo custo. Assim, só são ativados e interrelacionados os percursos entre os

diversos conceitos da estrutura cognitiva que sejam mais relevantes perante uma situação, com a qual o indivíduo esteja a ser confrontado. Estes conceitos nucleares, não são necessariamente os conceitos mais genéricos, podendo ser exemplos, ou conceitos que o aluno associa aos conceitos mais gerais ou meras relações que estabelece entre os conceitos.

A TCN recorre à técnica Redes Associativas Pathfinder RAP (Schvaneveldt,1989) para recolha e representação das redes cognitivas de indivíduos. As RAP correspondem a representações gráficas das estruturas cognitivas, em que se salientam os principais conceitos e relações estabelecidas entre eles. Para a recolha, representação gráfica e análise destas redes, foi desenvolvido o software GOLUCA (Godinho, 2007). Na figura 1 pode-se observar o aspeto obtido de uma rede desenhada por este programa.

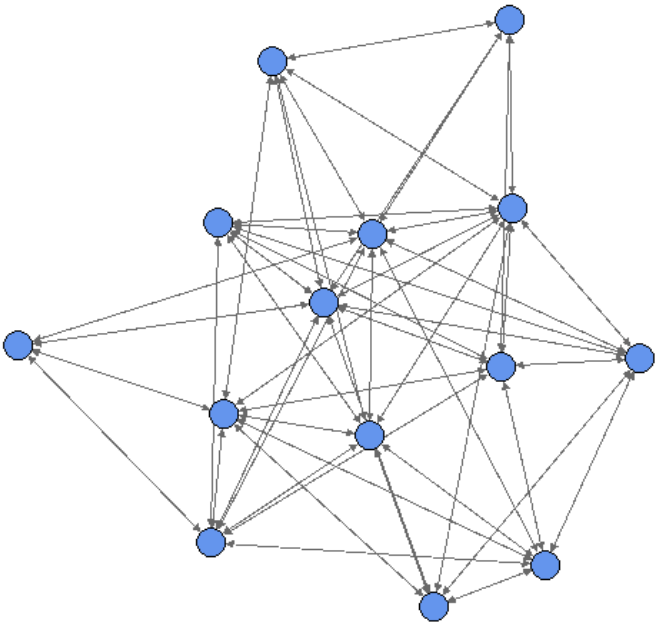

Figura 1. Aspeto de uma Rede Associativa Pathfinder desenhada no programa GOLUCA

A TCN defende que os conceitos se organizam de forma geográfica, contrariamente ao defendido por Ausubel, o qual defendia que os conceitos se organizavam de uma forma hierárquica na mente do aluno, dos mais inclusivos para os menos inclusivos. Segundo a TCN, as estruturas cognitivas dos alunos são formadas em redor de conceitos específicos que não são necessariamente os mais gerais e, defende que essas estruturas cognitivas simplificam-se ao progredir a aprendizagem. Ausubel defendia que a maioria dos conceitos se adquire por diferenciação a partir de outros mais gerais, apesar de com menos realce ainda apresentar outras formas de construção.

> "Se o grande contributo de Ausubel e Novak às teorias educativas foi a consideração da importância dos conhecimentos prévios, é precisamente na dificuldade de identificar corretamente na prática aqueles conceitos que são significativos para os alunos, que radica uma das debilidades da sua proposta educativa" (Casas e Luengo, 2004, p.161).

Podemos afirmar que TCN é mais completa que a teoria de Ausubel e que de um modo particular responde de forma mais eficiente e conveniente à recolha dos conhecimentos prévios existentes na estrutura cognitiva dos alunos.

OBJETIVOS E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

Nesta investigação temos como principal objectivo caracterizar uma Unidade Didática com base nos pressupostos da TCN, pelo que a denominamos de Unidade Didática TCN. Pretendemos ainda, identificar as principais diferenças em relação a uma Unidade Didática Usual e investigar melhorias que podem contribuir as ideias da TCN no ensino da Geometria.

De um modo particular, o objetivo da nossa investigação reside elaboração e na implementação de uma Unidade Didática sobre a circunferência e ângulos baseados nos pressupostos da Teoria dos Conceitos Nucleares (TCN). Esta investigação tem o intuito de conduzir à descoberta de mais uma "ferramenta cognitiva" para os docentes. Melhorando as estruturas cognitivas dos alunos, de modo a ceder aos alunos mecanismos cognitivos que o tornem ágil e perspicaz na resolução de tarefas no âmbito da Geometria.

Colocamos como questões de investigação:

- Como construir uma Unidade Didática TCN?
- Em que diverge uma Unidade Didática TCN de uma Usual?
- Uma Unidade Didática TCN conduz a melhores resultados escolares?
- Que contributo traz uma Unidade Didática TCN para o processo de aprendizagem?

Unidades Didáticas

A lecionação de uma Unidade Didática carece de diversas fases, uma delas é a planificação de todo o processo. Trata-se de um processo contínuo que se preocupa com o caminho a seguir e procura adequar os processos aos fins. A planificação de uma Unidade Didática detém um papel importante no processo de ensino-aprendizagem, tanto a nível de organização, como do próprio sucesso da sua implementação.

> *"Processo de tomada de decisões sobre a dinâmica de ação escolar.*
> *É a previsão sistemática e ordenada de toda a vida escolar do aluno*"
> (Vasconcellos, 1995, p.56).

A modalidade de planear constitui um mecanismo que traça orientações no processo de acção educativa. A escola deve fornecer propostas de experiências de aprendizagem adequadas para as diversas componentes curriculares.

Existem diversos investigadores que defendem que a planificação e o uso de objetivos influenciam o processo de ensino-aprendizagem

Brown (1992) afirmou que a planificação e a definição de objetivos da aprendizagem originam um efeito de concentração nos alunos. No entanto, Zahorik (1970) refletindo sobre a planificação no comportamento dos professores, é da opinião que, o processo também acarreta aspetos negativos, nomeadamente limita a iniciativa por parte do estudante na aprendizagem e torna os professores menos sensíveis às ideias dos seus alunos.

Milheiro (2010) realça a importância do processo de planificação no delinear de estratégias de ensino, sendo que os objetivos didáticos e as estratégias são ditados apenas pelo programa em vigor do tema abordado.

A figura 2 apresenta de forma esquemática os objetivos gerais e as orientações de uma planificação.

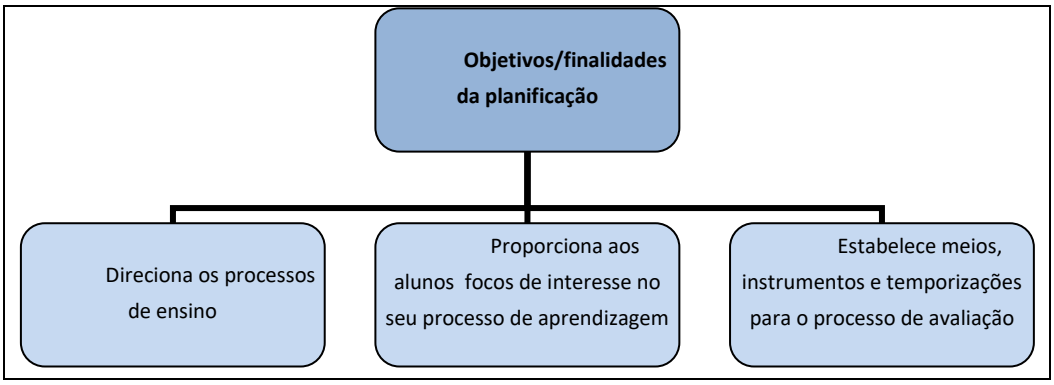

Fig. 2 Finalidade de uma Planificação (Veríssimo, 2013)

Segundo alguns autores o processo de planificação é cíclico (Rosário, Trigo e Guimarães, 2003; Zimmerman, 1998; 2000). Constituido por três fases a que se precede o ensino, a fase de ensino propriamente dita e a fase posterior ao ensino, como se pode esquematiza na figura 3.

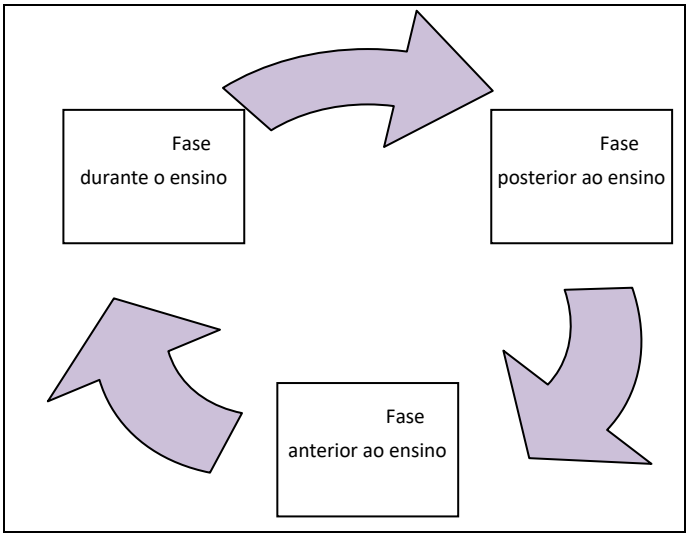

Fig. 3. Fases de uma planificação (Veríssimo, 2013).

De um modo sucinto, podemos afirmar que na fase anterior ao ensino é onde são tomadas as decisões sobre o conteúdo estipulado e objetivos e metas a atingir. São ainda selecionados os instrumentos de trabalho; na fase durante ensino, são tomadas decisões mais imediatas, nomeadamente, decidem-se questões a colocar, exemplos que conduzam a orientações específicas e a utilização de algum instrumento metodológico complementar; por último, na fase posterior ao ensino, decorre uma avaliação de todo o processo de ensino e como tal toma-se decisões neste âmbito e tiram-se elações para futuras intervenções.

Unidades Didáticas TCN face às Unidades Didáticas Usuais.

Uma Unidade Didática no sentido usual, segundo MEC (1992) consiste num conjunto de atividades que se desenvolve num determinado intervalo de tempo para a concretização dos objetivos didáticos. Uma Unidade Didática responde às questões de curriculares para um intervalo de tempo claramente delimitado, nomeadamente, O que ensinar? (Define objetivos e conteúdos); Quando ensinar? (estipula a sequência ordenada de atividades e conteúdos); Como ensinar? (atividades, materiais e recursos didáticos organizados no espaço e no tempo); Como avaliar? (identifica os critérios e instrumentos de avaliação).

Segundo Ibañez (1992) uma Unidade Didática é a inter-relação de todos os elementos que interferem no processo de ensino-aprendizagem gozando de uma coerência interna e metodológica por um período de tempo delimitado.

Uma Unidade Didática entende-se como um processo de ensino-aprendizagem. Trata-se de um plano de atuação docente que se inicia a partir do conhecimento de objetivos e se desenvolve em redor da explicitação de atividades e termina com a implementação de mecanismos para melhorar o processo (Moreno, 1990).

Uma Unidade Didática inicia-se com a delimitação de objetivos didáticos e deve conter os conteúdos de aprendizagem próprios, as atividades a desenvolver e os aspetos metodológicos e para avaliação que se consideram relevantes. Os objetivos, conteúdos e critérios de avaliação devem vincular-se ao marco normativo em vigor e às competências básicas que se pretende desenvolver no aluno (Medina Rivilla e Salvador Mata,2009).

No ensino usual, a planificação de uma Unidade Didática preocupa-se essencialmente com a lecionação dos conteúdos estipulados pelo programa em vigor, com as estratégias e atividades a implementar, com a ordem que os irá desenvolver e tudo se rege por este pressuposto (Antúnez, 2002). Podemos, assim, afirmar que uma Unidade Didática Usual se baseia na própria estrutura da ciência.

Existem Unidades Didáticas, nas mais diversas áreas que seguem os pressupostos das Unidades Didáticas Usuais, que fazemos menção neste artigo, como exemplo podemos referir o estudo desenvolvido por Toledo e Camero (2005) referente ao processo de aplicação e avaliação de uma Unidade Didática na temática do sistema respiratório. Cunha, Duarte e Martins (2010) por sua vez apresentam a construção de uma Unidade Didática que relaciona a Matemática e as TIC no processo de ensino aprendizagem, fazendo recurso a atividades com ferramentas digitais.

Uma Unidade Didática baseada nos pressupostos da TCN diverge de uma Unidade Didática Usual, ou dita tradicional, em diversos aspetos, nomeadamente no que diz respeito à avaliação, objetivos e desenvolvimento do tema (Veríssimo, 2013). Uma Unidade Didática TCN toma como ponto de partida a própria estrutura cognitiva do aluno e a rede Básica Conceptual de Referência, preparada pelo professor, e é contextualizada na própria aula, pelo que está centrada na estrutura cognitiva dos alunos (Veríssimo, Godinho, Luengo e Casas, 2014). Para a seleção inicial dos conceitos, que constituirão esta rede de referência baseámo-nos na bibliografia científica, na prática de diversos profissionais e em manuais escolares e em entrevistas a professores e alunos (Veríssimo, 2013; Veríssimo, Godinho, Luengo e Casas, 2014). Após elaborar uma lista de conceitos que podem ser matemáticos, imagens, ou associações, entre outros, através do programa GOLUCA é possível identificar as relações existentes entre eles e determinar a rede Básica Conceptual de Referência que irá ditar toda a

dinâmica da Unidade Didática TCN. Os conceitos básicos podem não ser apenas conceitos diretamente relacionados com a área científica, mas exemplos relacionados e as próprias relações entre os elementos. Esta rede Conceptual Básica de Referência apresenta os conceitos, associações, exemplos mais frequentes e as relações entre eles, que deverão existir para que haja sucesso educativo no tema.

A título de exemplo apresentamos na figura 4 a rede Básica Conceptual de Referência (Veríssimo, 2013), nela se podem observar os conceitos nucleares, como é o caso do conceito de ângulo, e as relações que se estabelecem entre os conceitos, exemplos, associações que se destacaram.

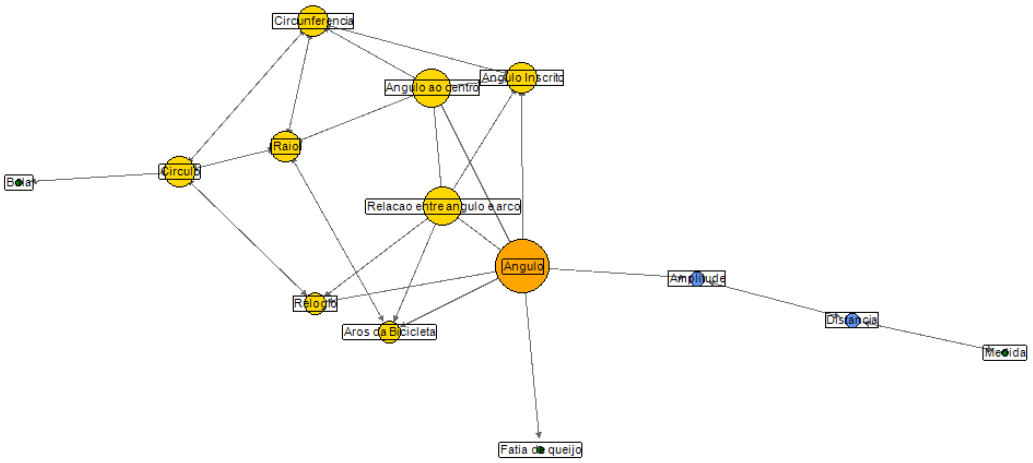

Fig. 4. Exemplo de uma Rede Básica Conceptual de Referência.

Tradicionalmente toma-se como ponto de partida da elaboração de uma Unidade Didática os conteúdos programáticos e aquilo que se pretende ensinar. Este aspeto constitui um ponto fundamental de que distingue as duas Unidades, pois numa Unidade Didática Usual segue-se a ordem lógica da Ciência, preocupando-se com a ordem dos conteúdos a abordar, dos temas e subtemas intrínsecos ao programa. Em contrapartida na Unidade Didática TCN (Veríssimo, 2013) a sequência de ensino é determinada pelos conceitos que resultam mais importantes na estrutura cognitiva do aluno e pelas associações que são estabelecidas entre eles. Deste modo, uma Unidade Didática Usual inicia-se com a exploração dos conceitos mais gerais e vai indo desabrochando nos mais específicos, fazendo recurso a exemplos de aplicação, associações, resolução de tarefas entre outras. Numa Unidade Didática TCN é possível que se tenha de tomar como ponto de partida, se assim o estipula o estudo prévio, em exemplos concretos ou em conceitos que constituem aproximações parciais dos conceitos gerais, bem como em associações conhecidas pelo aluno, que se destacaram na sua estrutura cognitiva. Percorrendo a rede que se estipulou previamente denominada de Rede Básica Conceptual de Referência vai-se abordando os diversos conceitos e relações que se destacam e construindo a sequência de ensino. Esta sequência de ensino percorre os “caminhos da rede” e dita o objetivo do recurso, ou da tarefa proposta, sendo que o programa em vigor é cumprido, mas é abordado em função da rede.

Na tabela 1, apresentamos de forma sintetizada uma análise comparativa dos principais aspetos caracterizadores da Unidade Didática TCN face à Unidade Didática Usual.

Tabela 1
Unidades Didáticas TCN e Unidades Didáticas Usuais (Veríssimo, 2013).

	Unidade Didática USUAL	**Unidade Didática TCN**
Focagem	Centrado na Ciência	Centrado no aluno
Ponto de partida	Conceitos da Ciência	Estrutura cognitiva do aluno
Conhecimentos prévios	Gerais	Reais
Objetivos	Operativos (Conceitos)	Expressivos (Conceitos; Estrutura conceptual)
Conteúdos	Programa	Programa; Estabelecer a Rede Básica Conceptual: - Obtenção e análise de redes prévias / RAP
Estratégia	Teoria/Exercícios/ Problemas/Exemplos	- Deteção de Conceitos nucleares e relações - Tarefas básicas /reforço de conceitos nucleares/ Reforço de relações - Resolução de tarefas/ exercícios/ problemas e esclarecimento de dúvidas.
Avaliação	Competências (prova final escrita de conhecimentos)	Competências (prova final escrita de conhecimentos) Redes Conceptuais: Ligações e características: -Obtenção e análise de redes finais/RAP alunos
Ponto de partida	Conceitos	Estrutura cognitiva do aluno

A Unidade Didática TCN começa, tal como já referimos, por identificar os conceitos mais importantes, chamados de conceitos nucleares (Casas e Luengo, 2004) e as relações consideradas corretas e que são fundamentais existirem na estrutura cognitiva dos alunos, recorrendo ao programa GOLUCA, elaborando a rede Básica Conceptual de Referência, cujo exemplo se pode observar na figura 4 (Veríssimo, Godinho, Luengo e Casas, 2014).

A Unidade Didática TCN tem em conta por um lado, os conhecimentos prévios que o aluno possui sobre o tema abordado, os conceitos nucleares podem não ser necessariamente conceitos matemáticos, mas podem ser imagens, objetos, associações que o aluno realiza e que se destacam na sua estrutura cognitiva.

O programa GOLUCA é uma excelente ferramenta, para a obtenção das redes Associativas Pathfinder, que os alunos possuem do conteúdo abordado. O desenho dessas redes permite, numa primeira fase desenhar a rede Básica Conceptual de Referência e, posteriormente, estudar a proximidade das redes dos alunos a essa mesma rede. Assim permite ao investigador uma intervenção direcionada por forma a reforçar relações e conceitos e aproximar as redes dos alunos da rede de referência. Podemos afirmar que este programa permite identificar as relações que o aluno estabelece entre os conceitos e simultaneamente efetuar uma análise de diversas propriedades. Deste modo cede ao professor uma visão do seu estado cognitivo do aluno relativamente ao tema e facilita a "intervenção" na estrutura cognitiva do aluno.

A ordem da lecionação é comandada pelas ligações existentes na rede Básica Conceptual de Referência, sendo que todo o processo percorre as várias ligações e promove tarefas que reforçam as ligações consideradas corretas ou tentem eliminar as consideradas incorretas e parte dos conceitos nucleares.

Os objetivos das Unidades TCN e das Unidades Didáticas que denominamos de Usuais, divergem em vários aspetos, nomeadamente, numa Unidade Didática Usual os objetivos são determinados pelo currículo da disciplina e são diretamente operativos, em contrapartida, para uma Unidade Didática TCN, para além de se respeitar o currículo e os objetivos operativos, recorre a objetivos expressivos, no sentido de Eisner (1969), que são objetivos guia de ação, também denominados de objetivos abertos, isto é, levam o aluno a expressar a sua individualidade, unicidade e características específicas ao longo do processo de ensino-aprendizagem. Nesta perspetiva os objetivos estabelecidos numa fase inicial não são prescritivos, mas podem ser alterados em função da própria ação de ensino-aprendizagem. Podemos afirmar que a aula USUAL centra-se na Ciência, partindo dos conceitos da mesma, enquanto a aula TCN parte da estrutura cognitiva do aluno, sendo ela o seu ponto de partida. Com esta nova conceção todo o processo de planificação e o próprio decorrer da aula é alterado e vai ao encontro da nova ideologia que nos regemos.

Embora esta Unidade Didática TCN tenha alguns pontos comuns às outras, é de reforçar que a sequência da lecionação dos conteúdos é totalmente inovadora.

A Unidade Didática TCN não descuida o programa em vigor, todavia a sequência dos conteúdos é ditada pela estrutura cognitiva dos alunos e não implica necessariamente o recurso a atividades distintas da Unidade Didática USUAL, embora o objectivo com que são exploradas seja distinto. Numa Unidade Didática Usual as tarefas são selecionadas apenas com o objectivo de reforçar/ compreender os conteúdos, nesta nova Unidade Didática, as tarefas propostas visam simultaneamente o reforço das relações consideradas essenciais entre os conceitos. De um modo muito simplista podemos afirmar que todo o processo visa a aproximação da rede prévia do aluno à rede Conceptual Básica de Referência. A elaboração desta Unidade Didática o professor centra-se nos conceitos nucleares e nas ligações desta rede e é ela que dita os “caminhos” a percorrer. O professor terá de fazer um trabalho anterior à lecionação dos conteúdos, pois terá de estudar as estruturas cognitivas dos alunos e, consequentemente promover atividades que as aproximem da rede Básica Conceptual de Referência. Assim o docente está preocupado simultaneamente, com os conteúdos a ser lecionados e com a organização cognitiva que os alunos apresentam. É importante reforçar ainda, que o facto de se partir dos conceitos nucleares não se descuida os conteúdos programáticos, sendo que no “percorrer” da rede Básica Conceptual de Referência são abordados todos os conteúdos estipulados pelo currículo.

A partir dessa rede Básica Conceptual de Referência elaboram-se os instrumentos que permitem modificar as redes cognitivas dos alunos, sendo estes de diversos tipos, nomeadamente, exercícios, problemas, tarefas de investigação, uso de imagens, clips, vídeos, ou simplesmente efeitos visuais, entre outros. A seleção da tarefa depende da finalidade e das características especificas da relação e dos alunos, Por outras palavras, o reforço de uma determinada relação depende da especificidade da mesma. Todavia é de referir que uma mesma tarefa pode reforçar simultaneamente várias relações. Toda a construção de recursos educativos visa, para além de transmitir conteúdos, modificar as estruturas cognitivas dos alunos, no sentido da aproximar da rede Básica Conceptual de Referência. Nesta linha de ideias é preciso criar relações, que embora inexistentes nas redes dos alunos são

consideradas importantes entre os conceitos mais significativos. Pretende, igualmente, eliminar relações que são consideradas erróneas entre os conceitos e que estão presentes na rede dos alunos e reforçar relações que embora presentes nas redes iniciais dos alunos são consideradas importantes e, deste modo, mantê-las.

A Unidade Didática TCN introduz a avaliação da estrutura conceptual do aluno e preocupa-se com a sua melhoria. Na Unidade Didática USUAL trata-se de averiguar se o aluno adquiriu as competências estabelecidas para a Unidade Didática, normalmente através de questões de teoria (na que se investiga que se adquiriu as definições e os conceitos científicos implicados) e problemas que se reflitam a capacidade operativa dos alunos e a sua capacidade de resolução de problemas. Na Unidade Didática TCN conservamos a avaliação das competências mediante a mesma prova de avaliação escrita, mas para além disso, obtemos informação sobre as mudanças na sua estrutura cognitiva do aluno, mediante a obtenção e a análise das redes recorrendo ao programa GOLUCA. As alterações que esperamos nestas redes serão de uma aproximação à rede Básica Conceptual de Referência.

ANÁLISE DA EXPERIÊNCIA REALIZADA

Com a realização deste estudo pretendeu-se, averiguar o que se pode melhorar no ensino da Geometria usual, que se leva a cabo com as orientações oficiais do programa em vigor, com a introdução das ideias emanadas pela Teoria dos Conceitos Nucleares. A investigação incidiu num tema de Geometria, mais concretamente esteve integrada no capítulo intitulado Circunferências, polígonos e Rotações e foram abordados os seguintes tópicos:

- Ângulo ao centro e arcos correspondentes
- Ângulo inscrito num arco de circunferência

Esta Unidade Didática foi dirigida a alunos do 9.ºano de escolaridade do ensino básico vigente em Portugal, sendo que os alunos possuíam idades entre os 14 e os 16 anos.

Amotra do estudo

Para a nossa experiência usámos uma amostra de 418 alunos, sendo que 76 alunos realizaram um estudo prévio que permitiu a elaboração da rede Básica Conceptual de Referência e os restantes 342 foram submetidos 154 à Unidade Didática Usual e 188 alunos à Unidade Didática TCN. A amostra foi recolhida na região do Alto Alentejo de Portugal, sendo uma amostra por conveniência, sendo que em cada escola existiram sempre pelo menos dois grupos/turmas em que foram implementadas Unidades Didáticas distintas.

Método

A primeira fase do estudo consistiu na elaboração das Unidades Didáticas. De um modo particular para elaborar uma Unidade Didática Usual sobre um tema como é o caso da Geometria (Ângulo) começa-se geralmente por se explicar o conceito, apresentando a definição e os teoremas que relacionados, exemplos. Realizam-se exercícios e tarefas para explorar o conceito, resolvem-se problemas de aplicação. Em contrapartida, para elaborar uma Unidade Didática TCN começa-se por investigar a estrutura cognitiva do aluno e partido das características específicas que a mesma apresenta é que se elabora a Unidade Didática.

No nosso estudo, para a elaboração da Unidade Didática TCN teve lugar um estudo prévio, que permitiu obter a rede Básica Conceptual de Referência que se apresenta na Figura 5, onde se podem constatar as relações e os conceitos a abordar na Unidade Didática TCN. Identificou-se, também, o objetivo aliado a cada relação, nomeadamente, se se pretendia eliminar, reforçar o criar a dita associação (Veríssimo, Godinho, Luengo e Casas,2014).

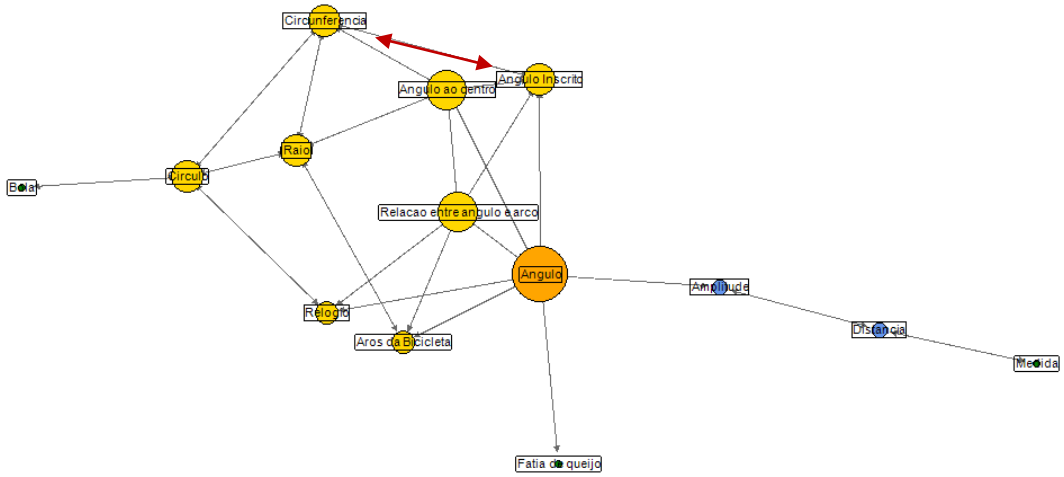

Fig. 5. Rede Básica Conceptual de Referência (Veríssimo, 2013).

De um modo particular, na figura 5, colocámos em destaque a relação estabelecida entre os conceitos de circunferência e de ângulo inscrito, uma vez que este último é desconhecido para os alunos antes da implementação da Unidade Didática. Desde modo, as tarefas propostas visaram a assimilação/ compreensão destes dois conceitos e simultaneamente, a criação da ligação estabelecida entre eles, na estrutura cognitiva dos alunos, por ser considerada fundamental. Deste modo, analisou-se o que aconteceu nas estruturas cognitivas dos alunos relativamente a essa ligação recorrendo ao programa GOLUCA e cujos resultados apresentaremos neste estudo.

Em cada escola selecionada para a nossa investigação existiram sempre dois grupos em que foram implementadas, respetivamente, uma Unidade Didática TCN e uma Unidade Didática Usual. Deste modo, realizou-se um estudo comparativo na temática dos ângulos ao centro e os ângulos inscritos, implementando-se em cada escola as duas Unidades Didáticas. Saliente-se que foi requisito mínimo a existência destas duas turmas do mesmo ano de escolaridade para a implementação de uma Unidade Didática de cada tipo, por escola. Na maioria dos casos, foi o mesmo professor a implementar a cada turma a respetiva Unidade Didática, todavia tanto nas escolas em que foi o mesmo professor ou dois professores a experiência foi antecedida de uma reunião com o investigador, na qual, foram aferidos os critérios de atuação dos diversos professores, para que todos os alunos estivessem sujeitos às mesmas condições e dissipar fatores externos.

Os alunos foram estudados sobre duas vertentes, nomeadamente sobre a evolução de conhecimentos e, para tal, foram sujeitos a um teste de conhecimentos académicos antes da implementação da Unidade Didática e outro após a sua implementação, de igual modo foram analisadas as evoluções/alterações das suas estruturas cognitivas e para a sua análise foram sujeitos a um pretest GOLUCA e um postest GOLUCA.

Após a elaboração das Unidades Didáticas todos os alunos tiveram disponíveis as mesmas tarefas, todavia num grupo foi implementada a Unidade Didática Usual e em outro a Unidade Didática TCN. A necessidade de efetuar uma comparação entre os grupos levou-nos a tomar a decisão de utilizar fichas de trabalho e material comum para todos os grupos. Relativamente a atividades eram as mesmas para ambos os grupos, sendo de natureza diversa, desde exercícios de consolidação, bem como atividades de investigação, problemas, entre outros, assim sendo, todos os alunos tiveram acesso ao mesmo material didático.

Resultados do estudo

Tal como já referimos os alunos foram divididos em dois grupos e ambos foram sujeitos antes da implementação das Unidades Didáticas a um teste de conhecimentos (prova de diagnóstico) e um pretest GOLUCA, seguidamente foram lecionados os conteúdos e novamente os alunos foram avaliados com um teste de conhecimentos (prova final) e um postest GOLUCA. Nos testes GOLUCA os indivíduos foram analisados sobre diversas variáveis, nomeadamente complexidade, coerência, similariedade entre outras. Neste trabalho iremos apenas centrar-nos no estudo da variável resultados escolares e apresentaremos os resultados das alterações ocorridas na ligação entre os conceitos de circunferência e ângulo inscrito.

Tomando-se em consideração estes dados procedeu-se à análise dos resultados obtidos nas duas provas escolares.

Realizando uma análise descritiva dos dados, na tabela 1 apresentam-se os resultados obtidos na prova diagnóstico pelos alunos sujeitos à Unidade Didática Usual (154 alunos), que apresentam em média 49,2597 pontos percentuais, face aos alunos sujeitos à Unidade Didática TCN (188 alunos), que denominamos de grupo TCN, que apresentam em média 40,8085 pontos percentuais.

Tabela 1. Resultados das provas escolares - prova diagnóstico

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
prova_diagnóstico_TCN	188	,00	93,00	40,8085	21,20427
prova_diagnóstico_USUAL	154	,00	93,00	49,2597	23,74670

Recorrendo à prova de Mann-Whitney, que apresentamos na tabela 2, para o total de indivíduos constatou-se que o grupo de alunos sujeitos à Unidade Didática Usual apresentou na prova diagnóstico melhores resultados escolares face ao grupo de alunos sujeitos à Unidade Didática TCN e essa diferença foi estatisticamente significativa (p=0,001).

Tabela 2. Prova de Mann-Whitney – Resultados escolares prova diagnóstico.

	TCN_USUAL		Média das ordens	Soma das ordens
prova_diagnóstico	USUAL	54	191,82	29540,50
	TCN	88	154,85	29112,50
	Total	42		

U de Mann-Whitney	11346,500
W de Wilcoxon	29112,500
Z	-3,443
Sig. asintót. (bilateral)	,001

Na tabela 3 mostramos os resultados escolares obtidos pelos alunos na prova final, sendo que os alunos sujeitos à Unidade Didática Usual apresentaram em média 53,2727 pontos percentuais e o grupo de alunos TCN exibiu em média 66,7713 pontos percentuais.

Tabela 3. Resultados obtidos na prova escolar final

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
prova_final_ TCN	188	,00	100,00	66,7713	17,97758
prova_final_USUAL	154	,00	95,00	53,2727	17,59243

Fazendo uma análise inferencial dos resultados escolares obtidos na prova final, que se apresentam na tabela 4, fez-se recurso à prova estatística de Mann-Whitney em que se constatou que o grupo de alunos sujeitos à implementação da Unidade Didática TCN apresentou melhores resultados face ao grupo em que se implementou a Unidade Didática Usual e essa diferença foi estatisticamente significativa (p=0,000).

Tabela 4. Prova de Mann-Whitney - Resultados escolares prova final.

	TCN_USUAL	N	Média das ordens	Soma das ordens
prova_final	USUAL	154	132,43	20394,50
	TCN	188	203,50	38258,50
	Total	342		
U de Mann-Whitney		8459,500		
W de Wilcoxon		20394,500		
Z		-6,620		
Sig. asintót. (bilateral)		,000		

Realizou-se ainda uma análise por grupo entre as provas escolares que se efetuaram. Na tabela 5 apresentam-se uma análise descritiva, sendo que se constatou que o grupo TCN (188 alunos) apresentou um aumento dos resultados escolares, nomeadamente, obteve em média 40,8085 pontos percentuais na prova diagnóstico e 66,7713 pontos percentuais na prova final.

Tabela 5. Resultados das provas escolares do grupo TCN

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Prova_diagnóstico	188	,00	93,00	40,808	21,204
Prova_final	188	,00	100,00	66,771	17,978

Fazendo uma análise inferencial dos resultados escolares obtidos destes alunos em que se implementou a Unidade Didática TCN, que se apresentam na tabela 6, com recurso ao teste de Wilcoxon constatou-se melhores resultados na prova final face à prova diagnóstica. Este teste realiza a comparação dos valores médios de amostras emparelhadas.

Atendendo à média das ordens observou-se que existiram 165 observações com uma diferença positiva, isto é, em que se registou um aumento dos resultados escolares e foram apenas 21 os casos que registaram uma diminuição dos mesmos.

Tabela 6. Teste de Wilcoxon das provas escolares grupo TCN

		N	Média ordens	Soma ordens
Prova_final prova_diagnóstico	Ordens negativas	21(a)	45,43	954,00
	Ordens positivas	165(b)	99,62	16437,00
	Empates	2(c)		
	Total	188		
Z	-10,530(a)			
Sig. asintót. (bilateral)	,000			

a prova_final < prova_diagnóstico
b prova_final > prova_diagnóstico
c prova_final = prova_diagnóstico

Na tabela 7 apresentam-se a análise descritiva dos resultados escolares dos 154 alunos que foram sujeitos à Unidade Didática Usual, sendo que se constatou um aumento, nomeadamente observou-se uma média 49,2597 pontos percentuais na prova diagnóstico e 53,2727 pontos percentuais na prova final.

Tabela 7. Resultados das provas escolares do grupo Usual

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
prova_diagnóstico	154	,00	93,00	49,2597	23,7467
prova_final	154	,00	95,00	53,2727	17,5924

Na tabela 8 apresentam-se a análise inferencial dos resultados escolares dos 154 alunos que foram sujeitos à Unidade Didática Usual, fez-se recurso ao teste de Wilcoxon em que se constatou melhores resultados na prova final face à prova diagnóstico. Atendendo à média das ordens verificou-se que existiram 85 observações com uma diferença positiva, isto é, em que se registou um aumento dos resultados escolares e foram 69 os casos que registaram uma diminuição dos mesmos.

Tabela 8. Teste de Wilcoxon das provas escolares grupo Usual.

		N	Média ordens	Soma das ordens
prova_final – prova_diagnóstico	Ordens negativas	69(a)	70,89	4891,50
	Ordens positivas	85(b)	82,86	7043,50
	Empates	0(c)		
	Total	154		
Z		-1,941(a)		
Sig. asintót. (bilateral)		,052		

a prova_final < prova_diagnóstico
b prova_final > prova_diagnóstico
c prova_final = prova_diagnóstico

No que diz respeito a relações na estrutura cognitiva dos alunos iremos apenas focar-nos, de modo particular, circunferência e de ângulo inscrito. Trata-se de uma relação que se pretendia criar na estrutura cognitiva dos alunos, visto o conceito de ângulo inscrito ser a primeira vez que é abordado. Na tabela 9 constata-se que ocorreu um aumento significativo (p=0,000) do número de ligações estabelecidas entre os conceitos de circunferência e de ângulo inscrito, nas redes Associativas Pathfinder do pretest comparativamente ao postest.

Tabela 9

pre_ ÂnguloInscrito_Circunferência	pos_ ÂnguloInscrito_Circunferência	
	Não relação	Relação
Não relação	127	41
Relação	13	7
N	188	
Chi-cuadrado(a)	13,500	
Sig. asintót.	,000	

a Corrigido por continuidade

Recorrendo à prova de McNemar constatou-se que ocorreu um aumento do número de ligações do pretest para o postest, entre os conceitos de ângulo inscrito e o conceito de circunferência, mais concretamente constata-se que 13 indivíduos apresentavam a ligação no pretest e passaram a apresentá-la 41 no postest. Ocorreu, assim, um aumento da existência da ligação em 28 indivíduos TCN.

IMPLICAÇÕES DIDÁTICAS E CONCLUSÕES.

A utilização dos fundamentos teóricos da TCN na elaboração numa Unidade Didática contribui com melhorias no processo de ensino-aprendizagem, pois de acordo com os objetivos colocados no início do nosso estudo e de acordo com os resultados escolares obtidos na secção anterior, confirmámos que houve diferenças significativas a nível dos resultados escolares entre a Unidade Didática TCN face à Unidade Didática Usual.

Quanto à metodologia utilizada, podemos afirmar que nos permite uma análise mais aprofundada de todo o processo de aprendizagem e possibilita a realização de comparações entre os sujeitos, bem como a implementação de mecanismos de aprendizagem que tornem o processo de ensino mais assertivo.

A determinação eficiente da rede Básica Conceptual de Referência aliada ao tema é fundamental para o sucesso da implementação da Unidade Didática e simultaneamente é em redor dela que toda a sequência de ensino se processa, toma-se assim como ponto de partida a estrutura cognitiva dos alunos.

Por outro lado, tem-se como objetivo analisar se uma aula baseada em TCN implica que as estruturas iniciais dos alunos tendem a aproximar-se da rede Básica Conceptual de Referência e, simultaneamente recorrer a uma prova de avaliação de conhecimentos verificar em se existem melhorias nos resultados.

Destacámos ao longo da nossa investigação as principais diferenças que caracterizam uma Unidade Didática TCN face a uma Unidade Didática Usual, sendo que destaca-se como

principais os objetivos, a sequência de ensino e a avaliação. Consegue-se com esta Unidade Didática uma interversão de ensino mais focada no aluno, que tem em conta o "poço cultural" que o aluno possui. Para além da avaliação do domínio dos conceitos, avalia-se também as alterações ocorridas nas estruturas cognitivas ao aluno, pelo que se possui uma visão mais completa do processo de aprendizagem e consequentemente permite uma intervenção mais completa.

Vivemos numa época de rápidos desenvolvimentos e constantes mudanças que se refletem na vida das escolas e, por conseguinte, estas devem ter em conta as transformações sociais, culturais e tecnológicas.

REFERÊNCIAS

Almeida, C. (2014). *Estudio de la Estructura Cognitiva de los alumnos de 9.º y 12.º cursos sobre el concepto de Probabilidad: la contribución de las Teorías de los Conceptos Nucleares y de los Conceptos Threshold.* Unpublished Doctoral Dissertation, University of Extremadura (Spain). Available in http://dehesa.unex.es:8080/xmlui/handle/10662/1538.

Ausubel, D.P. (1968). Educational Psychology: A Cognitive View. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Antúnez, A et al. (2002). Del proyecto educativo a la programación de aula (5ª.Ed.) Barcelona: Graó.

Brown, A. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. The Journal of the Learning Sciences, 2(2), 141-178.

Casilimas, C. (1996). Investigacíon qualitativa. Colombia: Copyring.

Casas, L. (2002). El estudio de la estructura cognitiva de alumnos a través de Redes Asociativas Pathfinder. Aplicaciones y posibilidades en Geometría. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Extremadura (Spain). Available in http://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=13360.

Casas, L. & Luengo, R. (2002). El estudio de la estructura cognitiva de alumnos a través de Redes Asociativas Pathfinder. Aplicaciones y posibilidades en Geometría. Campo Abierto, 16, 13-33.

Casas, L. & Luengo, R. (2003). Redes Asociativas Pathfinder y Teoría de los Conceptos Nucleares. Aportaciones a la Investigación en Didáctica de las Matemáticas. In E. Castro, P. Flores, T. Ortega, L. Rico y A. Vallecillos (Eds.), Séptimo Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (pp. 179-188). Granada: Universidad de Granada.

Casas, L. & Luengo, R. (2004). Teoría de los Conceptos Nucleares: Aplicación en Didáctica de las Matemáticas, un ejemplo en Geometría. En R. Luengo (Coord.) Líneas de Investigación en Educación Matemática (pp. 127-164). Badajoz: Sociedad Extremeña de Educación Matemática "Ventura Reyes Prósper".

Casas, L. & Luengo, R. (2005). Conceptos nucleares en la construcción del concepto de ángulo. Revista Enseñanza de las Ciencias, 23(2), 201-216.

Casas, L. & Luengo. R.(2013). The study of the pupil's cognitive structure: the concept of angle. European Journal of Psychology of Education, 28, 373–398.

Casas, L., Canchado, M., Godinho, V. & Veríssimo, S. (2012). Theory, Methodology, Technology. Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping, 3, Malta: Copyright: A. Cañas, J. Novak y J. Vanhear

Casas, L., Godinho, V., Luengo, R., Veríssimo, S. & Carvalho, J. (2013). Theory of Nuclear Concepts: A New Approach to Understand and Represent Cognitive Structures. En P. Pumilla, E. Favaron, E. Pacctti, J. Bishop y L. Guerra (Eds.) Handbook of Research on Didactic Strategies and Technologies for Education: Incorporating Advancements. United States of America: IGI Global.

Cunha B., Duarte, E. & Martins J. (2010). A matemática com as TIC no processo de ensino/aprendizagem: construção de uma unidade didáctica. Pós-Graduação em TIC em contextos de aprendizagem. Escola Superior de Educação de Paula Frassinetti, Porto. Available in, http://repositorio.esepf.pt/handle/20.500.11796/855

Eisner, E.W. (1969). Instructional and expressive Educational Objectives: Their Formulation and use in Curriculum. En W.J. Popham, E. W. Eisner, H.J. Sullivan y R. Tyler, (Eds.) Instructional objectives. Chicago: Mcnally.

Ibáñez, G. (1992) La programación didáctica. Planificación y gestión: análisis de necesidades. Revista Aula de Innovación Educativa, 1. Available in http://www.grao.com/revistas/aula/001-la-programacion-didactica--planificacion-y-gestion-analisis-de-necesidades/planificacion-de-unidades-didacticas-una-propuesta-de-formalizacion

Medina Rivilla, A. y Salvador Mata, F. (2009). Didáctica General. Madrid: Pearson Educación.

Milheiro, M. (2010). A planificação das Unidades Didácticas como estratégias de ensino da Língua Materna no 1.Ciclo do Ensino Básico. Dos fundamentos aos Processos e às estrtégias de Ensino-Aprendizagem. Unpublished masters Dissertation, University of Beira Interior (Portugal). Available in http://hdl.handle.net/10400.6/1989

Moreno, J. M. (1990). El Diseño Curricular del Centro Educativo. Madrid: Alhambra Longman.

Novak J.D. & Gowin, D. (1984). Learning how to learn. Cambridge: Cambridge University Press.

Godinho, V. (2007). Implementação do software GOLUCA e aplicação à modificação de redes conceptuais. Document presented in partial fulfilling of Doctoral Dissertation (DEA), University of Extremadura (Spain).

Godinho, V., Veríssimo, S., Luengo, R. & Casas, L. (2012).Teoria dos Conceitos Nucleares no ensino da Geometria. VII encontro AFI- Aprendizagem em Ambiente Formal e Informal da Universidade de Aveiro, Redondo.

Luengo, R. (2013). La Teoría de los Conceptos Nucleares y su aplicación en la investigación en Didática de las Matemáticas. UNIÓN- Revista Iberoamericana de Educación Matemática, 34, pp.9-36.

Rosário, P.; Trigo, J. & Guimarães, C. (2003). Estórias para Estudar, histórias sobre o estudar: narrativas auto-regulatórias na sala de aula. Revista Portuguesa de Educação, 16(2), pp.117-133.

Schvaneveldt, R.W. (1989). Pathfinder Associative Networks. Studies in Knowledge Organization. Norwood, NJ: Ablex.

Tall, D. & Vinner, S. (1981).Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. Educational Studies in Mathematics, 12 (2): 151–169.

Toledo, M. & Camero, R. (2005). Aplicación y evaluación de una Unidad Didáctica sobre el sistema respiratorio. Revista de Investigación, 157, 143-164.

Vasconcellos, C. (1995). Planejamento: plano de ensino-aprendizagem e projeto educativo. São Paulo: Libertad.

Veríssimo, S., Casas, L., Luengo, R. & Godinho, V. (2011). Teaching Unit on Geometry designed from the point of view of the Theory of Nuclear Concepts. The Future of Education, Florence.

Veríssimo, S., Godinho, V., Luengo, R. & Casas, L. (2014). Identificação de conceitos prévios dos alunos recorrendo a métodos qualitativos. Indagatio Didactica, 6(3), 110-124.

Veríssimo, S. (2013). A introdução das ideias da Teoria dos Conceitos Nucleares no ensino da Geometria e as suas implicações. Unpublished Doctoral Dissertation, University of Extremadura (Spain). Available in http://dehesa.unex.es:8080/xmlui/handle/10662/570.

Zahorik, J. (1970). The Effect of Planning on teaching. The Elementary school jornal, 71, 143-151.

Zimmerman, B.J. (1998). Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: Na analysis of exemplar instructional model. In D.H. Schunk & B.J. Zimmerman (Eds.), Self- Regulated learning. From teaching to Self-Reflective Practice (pp. 1-19). Hillsdale, NJ: Lawerence Erbaum Associates, Inc.

Zimmerman, B.J. (2000). Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. Pintrich & M. Zeidner (Eds.), Handbook of Self-Regulation (pp. 13-39). New York:Academic Press.